

Alexander Günther
Pål Inge Johan Nilsen

En håndverkers analyse og dokumentasjonsprosess.

Trappen i baroniet Rosendal, veien fra dokumentasjon til ferdig kopi.

Bacheloroppgave i Tradisjonelt bygghåndverk
Veileder: Thor-Aage Kaminka Heiberg
Medveileder: Kristin Bjørlykke, Øystein Aarlott Digre
Mai 2022



Alexander Günther
Pål Inge Johan Nilsen

En håndverkers analyse og dokumentasjonsprosess.

Trappen i baroniet Rosendal, veien fra dokumentasjon til ferdig kopi.



Bacheloroppgave i Tradisjonelt bygghåndverk
Veileder: Thor-Aage Kaminka Heiberg
Medveileder: Kristin Bjørlykke, Øystein Aarlott Digre
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for arkitektur og design
Institutt for arkitektur og teknologi



Forord

Verden er i konstant forandring rundt oss, blant annet med utfordringer knyttet til et stadig våtere og varmere klima. Dette gjør det viktigere enn noen gang å beskytte og ivareta kulturminnene våre. Det gjelder særlig for kulturminner som er oppført i tre, et mye brukt materiale for oss i Norge og Norden. Treets unike egenskaper gjør dessverre hyppig vedlikehold til en nødvendighet. Mye av vedlikeholdet og utskiftninger som blir foretatt i dagens samfunn på eldre bygningsmasse, utføres først og fremst med tanke på å holde både tid og kostnader nede, og tar mindre hensyn til å bevare viktige autentiske verneverdier. Dette fokuset på kvantitet fremfor kvalitet kan kalles ødeleggende for viktige historiske vitnesbyrd som bør ivaretas for fremtidens generasjoner. For å sikre at kulturminnene blir ivaretatt og samtidig forblir materielt og prosessuelt autentiske, er det viktigste verktøyet vi kan ta i bruk dokumentasjonen av disse. Desto bedre og grundigere et kulturminne er dokumentert, jo enklere legger man grunnlaget for å kunne bevare dette for fremtiden. Man kan da med reparasjoner og utskiftninger, kunne ivareta den autentiske tilnærmingen av kulturminnet. Dette vil og bidra til å bevare kulturminnets verneverdier etter hvert som tidens tann bryter ned originalt materiale. Dette er særs viktig der kulturminnet har gått tapt i for eksempel brann, og man er avhengig av god nok dokumentasjon for gjenoppbyggingen av dette. Noe brannen i Notre Dame de Paris kan understreke.

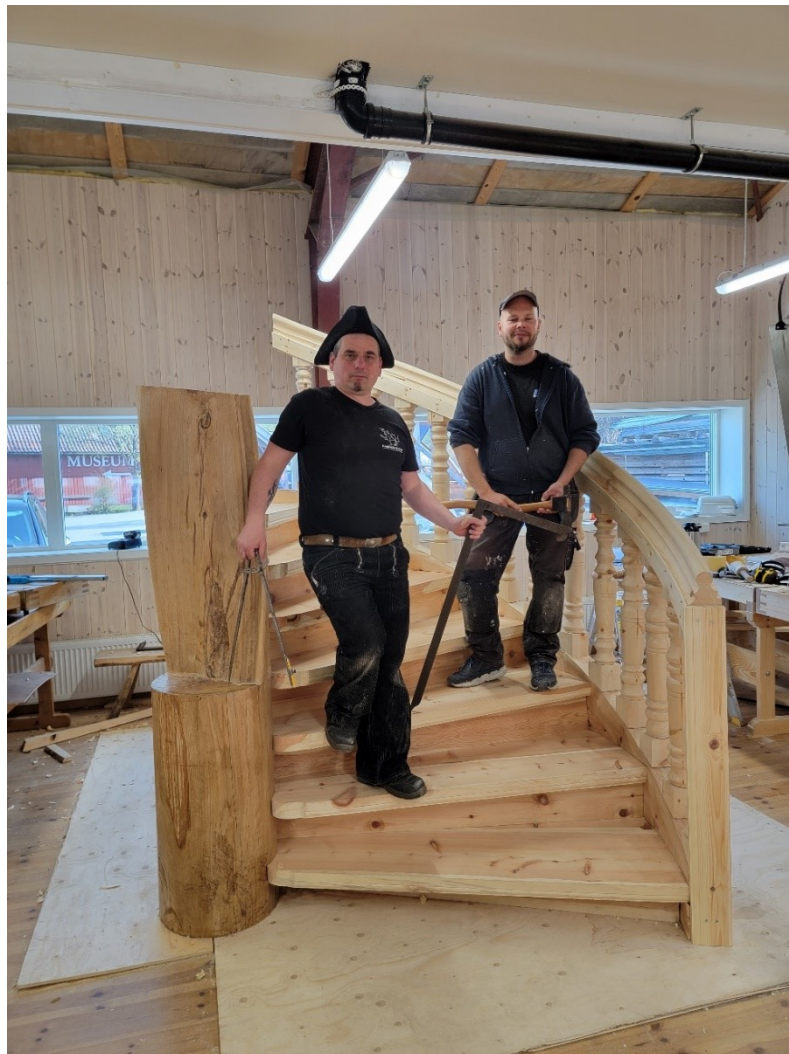
I dag rår vi over teknologiske nyvinninger som våre forfedre ikke kunne forestilt seg. Det er viktig å bruke den teknologien og de hjelpemidlene vi har for hånden til å bidra til å dokumentere og bevare kulturminnene som våre forfedre etterlot for fremtiden. Forfatterne ønsker med denne bacheloroppgaven å rette søkelyset mot håndverkerens mulighet for å bidra mere til dokumentasjonsprosessen. Og med dette prøve å oppnå at håndverkere aktivt kan bidra til prosessen med tilstrekkelig og god nok dokumentasjon i kulturminnevernet. Dette for å sikre at kulturminner forblir ivaretatt og kan bestå i fremtiden til kommende generasjoner. Forfatternes bidrag til dette vil da basere seg rundt prosessen med å dokumentere og gjenskape en unik vindeltrapp i tre som er datert til 1665.

Vi ønsker å rette en takk til våre eksterne veiledere hos Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR). Da henholdsvis Kristin Bjørlykke og Øystein Aarlott Digre som har vært behjelpelige med veiledning og innføring i bruken av fotogrammetri. En ekstra stor takk må rettes til Kristin og vår interne veileder på NTNU Thor Aage Heiberg, som begge har gitt ekstra veiledning og tips og råd som gjelder det praktiske rundt selve skriveprosessen.

En takk må og rettes til Jarle Hugstmyr, som delte av sin kunnskap innenfor høvelmaking. Videre takker forfatterne Anne Grete Hønerød og Reidar Nedrebø fra baroniet Rosendal for gjestfriheten og at det i det hele tatt var mulig å få tilgang til trappen. Takk til Frode Enes som var behjelpelig med alt det organisatoriske under oppholdet på baroniet. Helt til slutt må også en takk rettes til Hardanger fartøyvernssenter som lot oss okkupere verkstedet i flere måneder og til Morten Hesthammer, Kasper Krogh Hansen og Fredrik Meier for tips og råd i praktiske ting som omhandler dreining, søyleforming og bøyning av materialer.

Alexander Günther, Ytre Ålvik mai 2022

Pål Inge Johan Nilsen, Lysebotn mai 2022



Bilde 1: Forfatterne med det ferdige resultatet. Alexander til venstre og Pål til høyre i bildet.

Sammendrag

I kulturminnevernet er bruken av digital dokumentasjon allerede utbredt og har nå blitt den foretrukne dokumentasjonsmetoden av kulturminner. Dette er den anbefalte dokumentasjonsmetoden fra blant annet departementet med flere. Men hvor praktisk og anvendelig er denne anbefalte digitale dokumentasjonen for en håndverker, som trenger en grundig og presis dokumentasjon hvis et objekt skal restaureres eller kopieres? Dette spørsmålet ønsker forfatterne å avklare i denne oppgaven, samtidig som nytteverdien av håndverkerens dokumentasjons bidrag kan ses på i en større sammenheng.

Denne oppgaven har som formål å finne ut om det å bygge en kopi av en hulspindeltrapp datert året 1665, faktisk kan utføres med supplerende av moderne digitale dokumentasjonsmetoder. Det er da hovedsakelig ved bruk av fotogrammetri og 3D-modeller, forsøkt å supplere den tradisjonelle dokumentasjonsmetoden når en kopi av trappen skulle snekres. Det har vært en målsetning at digitale verktøy som brukes er både rimelige i pris, lett tilgjengelige og lett forståelige å ta i bruk. Oppgavens utforming legger opp til et sammenligningsgrunnlag mellom gamle tradisjonelle dokumentasjonsmetoder kontra rimelige digitale alternativer. Nyttverdien, digitale verktøy har for håndverkeren i en prosess med å lage en kopi av trappen, blir så vurdert. Oppgaven redegjør for hvor egnet disse digitale verktøy er til å gjenskape en kopi, prosessuelt og materielt. Denne redegjørelsen besvares ved hjelp av praktiske forsøk der en trappekopi av en hulspindeltrapp fra Baroniet Rosendal snekres i målestokk 1:1. Oppgaven har også som formål å beskrive hvordan en kopi av en 1600 talls trapp snekres. Dette basert på mange av de samme tradisjonelle metoder og teknikker som forfatterne antar original trappen er produsert med.

I løpet av prosessen kunne det fastslås at bruken av fotogrammetri er et nyttig og presist verktøy for håndverkerens dokumentasjonsprosess. Det blir konkludert at digitale hjelpemidler kan supplere tradisjonell oppmåling, men det blir også fastslått at digital dokumentasjon har noen grunnleggende svakheter. Disse svakhetene kan i verste fall vanskeliggjøre en prosessuell og materiell autentisk rekonstruksjon av et objekt. Dette gjør at tradisjonell dokumentasjon fortsatt er aktuell for en håndverker. Ut fra dette konkluderes det at bruken av begge metoder er det som danner best grunnlag i en dokumentasjonsprosess der målet er å lage en kopi som skal fremstå mest mulig autentisk.

Abstract

In the protection of cultural heritage, the use of digital documentation is already widespread and has now become the preferred documentation method of cultural heritage. This is the recommended documentation method by the ministry and others. But how practical and useful is this recommended digital documentation for a craftsman, who needs a thorough and precise documentation if an object is to be restored or copied? The authors want to clarify this question in this thesis, and at the same time record the usefulness of the craftsman's documentation contribution, and for it to be seen in a larger context.

The purpose of this thesis is to find out whether building a copy of a hollow spiral staircase dated the year 1665 can be performed with the supplement of modern digital documentation methods. It is then mainly with the use of photogrammetry and the use of 3D models that attempts have been made to supplement the traditional documentation method when a copy of the stairs was to be made. It has been a goal that digital tools used are both affordable, easy to access and easy to understand and use. The design of the thesis provides a basis for comparison between old traditional documentation methods versus affordable digital alternatives. The utility digital tools are questioned by a craftsman in the process of making a copy of the stairs. The thesis explains how suitable these digital tools are for recreating a copy procedurally and materially. This statement is answered with the help of practical experiments, where a stair copy of a hollow spiral staircase from Baroniet Rosendal is made on a scale of 1: 1. The thesis also aims to describe how a copy of a 17th century staircase is made. This is based on many of the same traditional methods and techniques that the authors assume the original staircase was produced by.

During the process, it could be established that the use of photogrammetry is a useful and precise tool for the craftsman's documentation process. It is concluded that digital aids can supplement traditional surveying, but it is also established that digital documentation has some fundamental weaknesses. These weaknesses can, in the worst case, complicate a procedurally and materially authentic reconstruction of an object. This means that traditional documentation is still relevant for a craftsman. Based on this, it is concluded that the use of both methods is what forms the best basis in a documentation process where the goal is to make a copy that will appear as authentic as possible.

Innhold

Forord	2
Sammendrag	4
Abstract	5
Innhold	6
1. Innledning	8
1.1. Bakgrunn	8
1.2. Målsetting og Problemformulering	10
1.3. Trappen i hovedhuset til Baroniet Rosendal	12
1.4. Litteratur om trappesnekring i førindustriell tid.	14
1.5. Fagterminologi	16
1.6. Autentisitet	19
2. Metode og avgrensning	23
2.1. Manuell oppmåling og dokumentasjon	23
2.2. Digitale hjelpemidler	24
2.3. Det praktiske rundt trappesnekingen	25
3. Resultater fra dokumentasjons arbeidet	27
3.1. Feltarbeid – manuell dokumentasjon	27
3.2. Feltarbeid Digital dokumentasjon	30
3.3. Annen Dokumentasjon	33
4. Prosessbeskrivelse av trappesnekingen	35
4.1. Generell informasjon	35
4.2. Verktøyet	35
4.3. Oppslaget på gulvet	37
4.4. Vangens stigningsvinkel og skråprojeksjon av yttervangen	40
4.5. En vange skapes	42
4.6. Trinnene og stusstrinnene lages	44
4.7. Spindelen tar form	47
4.8. Delene settes sammen	51
4.9. Spindelens vridning og håndrekke	54
4.10. Balustre dreies og monteres	58
4.11. Håndrekken lages	61
4.12. Trappen ferdigstilles.	64
5. Diskusjon	68
5.1. Utgangspunktet for oppgavens sammensetning	68

5.2. Fordeler med den manuelle dokumentasjonen	68
5.3. Ulemper med den manuelle dokumentasjonen	70
5.4. Fordeler den digitale dokumentasjonen	71
5.5. Ulemper med den digitale dokumentasjonen	72
5.5. Sammenligning av dokumentasjons metodene	74
5.6. Konklusjon	75
6. Kilder	77
7. Vedlegg	78

1. Innledning

1.1. Bakgrunn

Høsten 2021 ble det avklart at forfatterne skulle samarbeide om en bachelor oppgave. Valg av oppgave falt da på dokumentasjon av et objekt med bruken av fotogrammetri. Spørsmålet om hvor nyttig dette ville være for en håndverker i en rekonstruksjonsprosess dukket da først opp.

Fotogrammetri har røtter helt tilbake til 1800 tallet (Grossmann, 2010, s. 74). Men det er først etter at datamaskiner ble tatt i bruk til fotogrammetriske beregninger at teknologien har fått sitt gjennombrudd og nå brukes flittig i kulturminnevernet. Bruken av fotogrammetri er utbredt blant arkitekter og arkeologer som bruker teknologien i sitt dokumentasjonsarbeid. At teknologien har sine bruksområder hersker det liten tvil om, men spørsmålet om den kan faktisk brukes av håndverkere til å produsere eller gjenskape et objekt er det liten praktisk informasjon om. I stortingsmeldingen nr.16 (2019-2020) om nye mål for kulturminner, kan vi lese følgende sitat:

” Sett fra kulturminnevernets perspektiv vil alltid original objektet være den beste kilden i form av opplevelse og dokumentasjonens verdier. ”

All form for dokumentasjon, enten de er tradisjonelle eller moderne, er kun en erstatning for det materielle objekt. Denne påstanden er nevnt hele 3 ganger i stortingsmeldingen 16 om nye mål i kulturminnepolitikken. (Meld.St.16, 2019-2020)

Men det blir også nevnt flere fordeler med spesielt digital dokumentasjon. Den kan være et viktig verktøy for forvaltningen når det gjelder registrering og er en god metode til å samle mye data på kort tid. Den kan hjelpe i formidlingsarbeidet gjennom nye visualiseringsmetoder og gjør kulturminner lettere universelt tilgjengelig.

Men hva hvis primærkilden, selve original objektet, er gått tapt? Hva hvis sekundærkilden, digital eller manuell dokumentasjon, er eneste grunnlag for kunnskap og forskning?

Kan vi da gjenskape viktige kultur historiske kildeverdier med prosessuell og materiell autentisitet med kun utgangspunktet i tilgjengelig dokumentasjon?

Har vi i dag nådd et teknologisk vendepunkt som tilsier at vi kan dokumentere et objekt så presist med moderne teknologi, at vi kan lage en kopi som er vanskelig å skille fra originalen, for eksempel en vindeltrapp datert midten av 1600 tall?

Forfatterne kunne i utgangspunktet ha valgt hva som helst som objekt for denne oppgaven, men ønsket å dokumentere noe som gir håndverkeren en utfordring når det kommer til både gjenskapelse og dokumentasjonsprosessen. Forfatterne ønsket også å utvikle seg som tradisjonshåndverkere og valget falt dermed på vindeltrappen i Baroniet Rosendal i Vestland fylke, som med sin ganske komplekse design innehar egenskapene som gir disse utfordringene og mere.

For å konstruere en ny trapp er det ikke mange mål snekkeren trenger. Det viktigste er høyden fra gulv til gulv, og så er det lengde og bredde av trapperommet. Alle andre mål får man gjennom oppslaget på gulvet. Men når det gjelder å kopiere en eksisterende trapp er det nok flere mål som trengs. En vindeltrapp er en forholdsvis komplisert konstruksjon og det krever nøyaktig og presis dokumentasjon for å gjenskape denne konstruksjonen, Også i andre sammenheng er trappeforskningen (Skalalogi) avhengig av en nøye og grundig dokumentasjon.

Denne oppgavens formål er å finne ut om relativt lett tilgjengelig og rimelig digital dokumentasjon, gir presisjonen og nøyaktigheten som kreves for å bygge kopien av vindeltrappen som befinner seg i Baroniet i Rosendal. Oppgaven skal også avklare om denne formen for dokumentasjon er bedre egnet enn tradisjonell dokumentasjon til å lage en kopi av trappen, eller om det rett og slett er bruken av begge dokumentasjons metoder som er veien å gå for å nå det endelige målet. Med dette sagt ønsker forfatterne god lesning.

1.2. Målsetting og Problemformulering

I kulturminnevernet er det flere aktører som er involvert. Hver form for arbeid begynner som oftest med ett grundig dokumentasjonsarbeid. I Veneziacharterets artikkel 16 kan vi lese følgende sitat:

“ I alle arbeider med bevaring, restaurering eller utgraving skal det alltid være presis dokumentasjon i form av analytiske og kritiske rapporter, illustrert med tegninger og fotografier. ” (ICOMOS, 1964).

Men hva menes da med nøyaktig dokumentasjon og hvordan skal vi oppnå dette i praksis?

Tradisjonelt blir dokumentasjon utført av personer med akademisk bakgrunn. De er ofte arkitekter, kulturhistorikere, etnologer m.m., men svært sjelden har dokumentøren håndverkerbakgrunn, og håndverkerens erfaring blir vanligvis ikke benyttet i denne prosessen. Dette kan virke rart da håndverks utdannelsen gir innsikt i både tegning og dokumentasjon. Og ikke minst med tanke på at det er jo nettopp håndverkeren som senere skal utføre restaurerings eller rekonstruksjonsarbeidet som dokumenteres.

Problemet forfatterne prøver å skissere er at enhver profesjon vil muligens farge den «nøyaktige» dokumentasjon med sine øyne. En arkitekt ser kanskje på en trapp som et arkitektonisk objekt som føyer seg inn i et helhetlig arkitektonisk konsept. Kunsthistorikeren vil på sin side kanskje se etter utforming og profiler som avslører tidsepoken trappen er bygget i, og etnologen er muligens interessert i hvilken funksjon trappen hadde i forhold til leveviset til husets beboere. Men hva vil håndverkeren da rette sitt fokus mot?

Håndverkerens tilnærming går ofte mer i retningen av å studere detaljer som kan avsløre hva slags verktøy og metoder sin yrkesbror brukte for å lage trappen. Han ser blant annet etter verktøyspor, sammenføyninger, festemiddel, overflatebehandling og trekvalitet. Det er ikke sjelden at håndverkeren får en Aha-opplevelse «Ah – sånn har det vært gjort». Det kan derfor være en fordel i en dokumentasjons prosess å involvere nettopp håndverkeren, da behovet for informasjonen er forskjellig alt etter hvilket bruksområde den er tiltenkt og til hvilke yrkesgrupper den er ment for.

Tradisjonelt er det manuell oppmåling med målebånd, loddsnor, blyant og rutepapir kombinert med foto og tekst som er dokumentasjonsmetoden som blir brukt. Metoden er kalt formdokumentasjon og har både fordeler og ulemper. Største fordel er at dokumentøren blir veldig godt kjent med objektet. Største ulempen er at denne form for dokumentasjon er svært tidkrevende.

De siste tiårene har det skjedd store forandringer og en enorm utvikling i den teknologiske verden. Våre mobiltelefoner og nettbrett har overtatt det meste av oppgaver man tidligere trengte dyre og plasskrevende datamaskiner til. I tillegg er internett blitt en nyttig læringsplattform, og med hjelp av

rimelige onlinekurs og fritt tilgjengelige Youtube videoer, kan man tilegne seg kunnskapen om programvare, metoder og teknikker. Nødvendig utstyr trenger ikke lenger koste store summer og blir grunnet det mer tilgjengelig for allmenheten. Men spørsmålet om disse nye digitale løsningene kan erstatte den tradisjonelle oppmålingen fullstendig, eller om den ikke kan brukes til mer enn et supplement til den tradisjonelle oppmålingen er fortsatt ikke besvart.

Med dette spørsmålet i bakhodet har forfatterne dermed følgende målsetting og spørsmål ved oppgaven:

- *Redegjøre for hvordan en utøvende håndverker kan bidra i en dokumentasjonsprosess med hjelp av rimelige digitale verktøy.*
- *Hvor godt fungerer digitale oppmålingsmetoder for en håndverker i dokumentasjonsprosessen, og er det forståelig og lette verktøy å ta i bruk?*
- *Er den digitale innsamlede informasjonen god nok til å bekrefte målene fra den manuelle oppmålingen, og kan den digitale informasjonen bli brukt i prosessen med å lage en kopi av en vindeltrapp fra 1665?*
- *Kan digitale oppmålingsmetoder i så fall erstatte manuell oppmåling helt?*

Dette kan oppsummeres i følgende problemstilling:

Kan relativt rimelige og fritt tilgjengelige digitale oppmålingsverktøy gi nok dokumentasjons grunnlag til et prosessuelt autentisk rekonstruksjonsarbeid? Og er disse digitale hjelpemidlene egnete verktøy for håndverkerens arbeid når en trapp fra 1600 tallet skal kopieres?

Avklaring av denne problemstillingen tror forfatterne åpner opp for større muligheter i framtiden, som gjør at håndverkere kan bidra mer aktivt og i større grad til arbeidet med å dokumentere og registrere kulturminner.

1.3. Trappen i hovedhuset til Baroniet Rosendal

Det er altså trappen som befinner seg i hovedhuset til Baroniet Rosendal i Hardanger som danner mye av grunnlaget for denne bacheloroppgaven. Trappens historie strekker seg helt tilbake til Baroniets byggeår fra 1665 og er den eldste vindeltrappen oppført i tre som vi kjenner til i Norge i dag. Det er ikke lett å oppdrive mye historisk informasjon som omhandler selve trappen i Baroniet. For eksempel er det ikke nedskrevet hverken hvem som var snekkermesteren eller hvor han kom fra. Det vites heller ikke om trappen faktisk ble bygget på plassen eller er prefabrikkert nede på kontinentet før den ble fraktet til Rosendal og satt opp. Ut fra det forfatterne kjenner til eksisterer det ikke lignende trapper i dagens Norge, men derimot er det flere lignende trapper å finne i både i Tyskland og Nederland som stammer fra samme tidsepoke.

Dette kan gi en indikasjon på at snekkeren faktisk ikke var norsk, men var hyrt inn fra nedover kontinentet for å lage trappen i Baroniet. Men det er også flere ting som indikerer dette.

Blant annet var det vanlig praksis da som nå, å hyre inn kvalifisert arbeidskraft over landegrensen. Det står flere praktbygg rundt omkring i Norge i dag som en evig påminnelse om dette. I middelalderen oppsto også en tradisjon som innebar at utdannelsen til håndverkere besto i å reise rundt til fremmede plasser på jakt etter jobb. Dette innebar ofte å krysse landegrenser, og kanskje var det nettopp en sånn vandrende svenn som påtok seg jobben med å konstruere trappen i Baroniet. Når man i tillegg tar i betraktning at byggherren var av dansk opprinnelse med adelig bakgrunn som hadde store handelsforbindelser til Nederland, må man gå ut fra at han lett kunne hyre inn kvalifisert arbeidskraft fra dette området eller nærliggende land. Baronen mistet nok ikke nattesøvnen over om han kunne finne kvalifiserte folk til å bygge trappen i Baroniet eller ei. Flere ting som underbygger mistanken om at snekkerne ikke kom fra Norge kan man blant annet i følgende sitat lese:

'' Dei gamle husi hadde ikkje trepper, I høgdi ei einfeld trapp upp på ein skukke eller dl. I 1870-åri kom det eit ombrøyte I byggeskikken. Dei tok no til å setja upp hus med "halvonnor høgdi", dvs. hus med lemmar. Den gamle stova kunne ha ein halvlem til lege for ungane, det var alt. Desse lemstovene turvte trepper, helst svingtrepper. Denne trappi gjekk I vinkel og hadde oftast handred. Dei gamle snikkarane kunne ikkje laga sovorne trepper, på jamnen då. '(Opedal, 1982, s. 91) '

Dette utdrag fra boken "Gamle handverk I Hardanger" av Halldor O. Opedal beskriver godt situasjonen på slutten av 1800 tallet. Kunsten å lage en svingtrapp var, spesielt på landsbygda, ikke

utbredt kunnskap og læreguttene måtte ofte reise langt og betale for å lære trappesnekring (Opedal, 1982, s. 91). Dette gjenspeiler situasjonen på 1800 tallet i Hardanger. Forfatterne tror det er svært usannsynlig at trappen i Baroniet er laget av norske snekkere, da denne faktisk er hele 200 år eldre enn årstallet som henvises til i sitatet. En annen detalj som underbygger denne påstanden, og som demonstrerer at det faktisk ikke bare var et lokalt fenomen begrenset til Hardanger, finner man 200 km lengre sør i Stavanger by. Når Gabriel Schanche Kielland fikk oppført sin nye herregård Ledaal i året 1799 på bydelen Eiganes i Stavanger, så leide byggherren trappesnekkere inn fra København da trappen skulle lages. Dette var noe han valgte å gjøre da han ikke hadde stor nok tillit til at byens egne snekkere skulle greie å produsere dette viktige bygningsselementet for herregården (Bore & Schelderup, 2009, s. 60)

Trappens snekkermestere er altså ukjent og forblir en gjenstand for diskusjon. Det som derimot er sikkert, er at byggherren var adelig og at dette var høybarokkens tidsalder. I barokkens arkitektur var et av husets viktigste rom nemlig trapperommet, som sammen med hoved trappen skulle fremvise byggherrens storhet (Bratschi & König, 2012, s. 97). Trappen i Baroniet kan da sies å følge denne normen, og den kan med rette kalles for et lite kunstverk i seg selv der den møter deg i hovedinngangen på Baroniet. Man kan fornemme hvor godt inntrykk trappen må ha gjort når baronen og baronessen tok imot sine celebre gjester. I barokken var det vanlige ritualet at personer av lik rang måtte gå samtidig opp trappen. Festkjolene til barokkens damer hadde også behov for breie trapper (Bratschi & König, 2012, s. 96). Det gir derfor mening at baronen valgte en bred vindeltrapp med hulspindel og utformet håndrekk for å kunne etterfølge disse ritualene best mulig.

Trappen er oppført i eik og ifølge Dr.ing. Lars Jacob Hvinden Haug sivilarkitekt MNAL fra NIKU anslås det at trappen opprinnelig var bonet. Han hevder også at marmoreringen og malingen som man ser i dag ble tilført en gang på tidlig 1700 tall. Denne marmoreringen/malingen av treverket består av lys grått og engelsk rødt eller mønje. (Hvinden-Haug, 2021, s. 73). Selve trappekonstruksjonen er en spindeltrapp som snor seg elegant rundt en bearbeidet og vridd spindel plassert i midten. Denne består av en hel stokk som strekker seg fra første til andre etasje. Trappen har dreide balustre og karniss profiler på en rekke detaljer. Trappen har innslag av både barokk og renessanse stilarter. Faktum at den har vært vitnesbyrd til århundrer som har gått forbi, viser at håndverkerne laget trappen med tanke på at den skulle vare i generasjoner.

1.4. Litteratur om trappesnekring i førindustriell tid.

Det å finne litteratur om trappesnekring på 1600 tallet er ikke lett. En av de første kjente forfattere av bøker om byggeteknikk og arkitektur er Vitruvius. Han var en romersk arkitekt og ingeniør som levde i det 1. århundre før vår tidsregning. Hans 10. bøker om arkitektur fikk mye innflytelse spesielt i renessansen når antikk arkitektur ble forbildet for en ny stilepoke. I hans fjerde bok blir en forløper til vår tid trappe formel nevnt for første gang. Der beskriver han at antall trinn ved en tempeltrapp alltid burde være ett oddetall og opptrinnet burde ligge mellom $\frac{5}{6}$ og $\frac{3}{4}$ fot mens inntrinnet mellom $1\frac{1}{2}$ og 2 fot. (Vitruv, Des Vitruvius Zehn Bücher über Architektur 1865/2019, s. 123).

Først 1600 år senere utgir den kjente renessanse arkitekten Andrea Palladio sitt fire binds verk om arkitektur. I motsetning til Vitruvius, bruker Palladio mer tegninger enn tekst i sine bøker. Det er her vi finner de første tegningene av vindeltrapper. Renaissance er en spennende periode når vi tenker trapp. I Norge var det få to etasjers hus i middelalderen, men på 15-1600 tallet kom pipeildsteder og det blir mer vanlig å bygge i to etasjer også på landsbygda. (Christensen, 1995, s. 123). Hus med to etasjer trenger trapp og vi kan formode at det er i denne perioden norske snekkere begynner å lære kunsten med trappesnekring.

Renessansen er vindel og spindeltrappens storhetsperiode i Italia og Tyskland (Diehl, 2015). Men om det fantes vindeltrapper laget av tre i Norge på denne tiden er ikke kjent av forfatterne. Ved siden av sin funksjon, det å komme seg fra en etasje til den neste, er mange renessansetrapp frittstående kunstnerisk utformede romelementer. Flere trapper rundt om i Europa er vitne om en høyt utviklet håndverkskunst. Men hvordan trappesnekkeren lærte om sitt håndverk vet vi ikke nøyaktig. Man kan formode at dette var en handlingsbåren kunnskap som ble overlevert fra mester til svenn fordi selv om Palladios plansjer er veldig detaljert og fint tegnet, så viser de ikke hvordan buede deler blir konstruert.

Ifølge Dr.-ing. M. Granz kan vi lese mye om utforming av vindeltrapper i «Théâtre de l'art du charpentier» av Mathurin Jousse fra året 1628. Her ble det blant annet beskrevet hvordan en håndlist skal utformes i spindelen. (Grantz, 1929, s. 20).

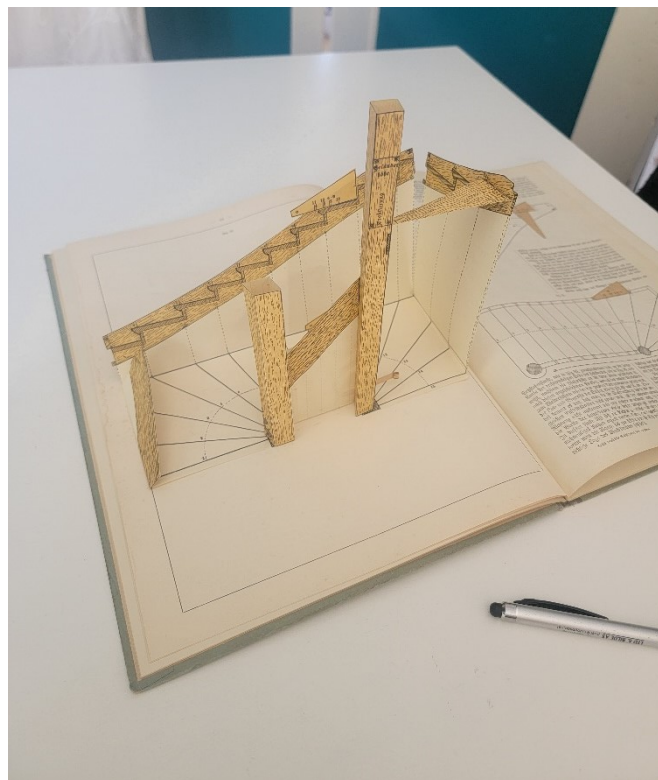
I Johann Wilhelm's «Architectura Civilis» fra 1668 finner vi et bilde av en hulspindeltrapp som også viser teknikken med skråprojeksjon (Mielke, 2003, s. 415). Den første utgaven kom i 1662, men uten illustrasjoner. Denne utgaven kan snekkeren av trappa i Rosendal kanskje ha hatt kjennskap til.

En annen forfatter av arkitektur bøker som burde nevnes, er Nicolas-François Blondel (1618-1686). Han utga boken «Cours d'architecture» i 1675 (10 år etter at trappen i Rosendal ble bygget). Det er i

denne boken trappeformelen for første gang ble publisert. $2 \text{ opptrinn} + 1 \text{ inntrinn} = 65 \text{ cm}$ som tilsvarer 1 fransk alen på denne tiden. Denne formelen blir fortsatt brukt i dag (Leopold, 2019, s. 223).

De første virkelige lærebøkene, i ordets rette forstand, kom først på 1700 tallet og fra midten av 1800 tallet ga disse også praktiske veiledning. Dette gjelder ikke bare trappesnekring, men også andre retninger i arkitekturen (Seip, 2008, s. 19). Spesielt interessant å nevne her er boken «trappenboeks» av nederlenderen Tieleman van der Horst fra 1739. Boken ble oversatt til tysk i 1763. Han beskriver utførlig med ord og bilder metodene hvordan man lager alle former av svingende trapper. Men han beskriver ikke selve utarbeiding eller hvilket verktøy som brukes. Boken er rettet mot fagfolk og det forutsettes at håndverkeren vet hvordan og med hvilket verktøy jobben skal utføres.

Med «Wolfs praktische Ausführung der Treppen» fra 1911 kommer det en lærebok, i ordets rette forstand. På bare 52 sider forklarer forfatteren Gustav Wolf med ord og bilder, trinn for trinn, hvordan man lager alle mulige typer trapper. Fra rettløpstrapp til trapesformede svingtrapper. Spesielt nyttig er 3D-papirmodeller til å visualisere arbeidet. Selv senere lærebøker kommer ikke i nærheten av Wolf's bok når det gjelder kort og forståelig språkbruk og anvendelighet for håndverkeren.



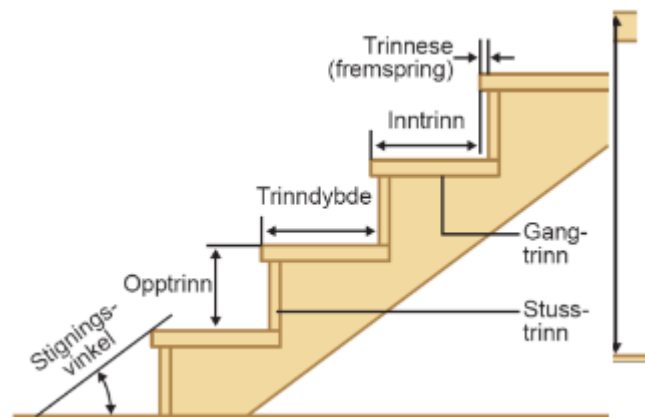
Bilde 2: En av papirmodellene i "Wolfs praktische Ausführung der Treppen". Modellen viser veldig pedagogisk hvordan trappedelene blir konstruert ut fra grunnrisset.

1.5. Fagterminologi

For at leseren skal kunne forstå det grunnleggende av ord og uttrykk innenfor trapper og fotogrammetri er det lagt med en ordliste som forklarer noen av ordene og uttrykkene som dukker opp i denne teksten.

1. Trappterminologi

Bildet og begrepene er hentet fra Trappemanualen (Norsk-trevare, 2017)



- **Inntrinn:** Horisontal avstand fra trinnforkant til neste trinnforkant.
- **Opptrinn:** Vertikal avstand fra trinnflate til neste trinnflate.
- **Trinndybde:** Horisontal avstand fra forkant til bakkant på trinnet.
- **Trinnlengde:** Avstand fra vange eller sidekant (trinnets ytre synlige del) til vange eller sidekant målt langs trinnforkant.
- **Bredde på trappeløp:** Avstand måles utvendig på en vangetrapp.
- **Stusstrinn:** Vertikal del som fyller åpningen mellom to trinn.
- **Stigningsvinkel:** Helningsvinkel målt langs ganglinjen eller vangen.
- **Trappeformelen:** $2 \times \text{opptrinn} + 1 \times \text{inntrinn}$. Bør være $620 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$.
- **Ganglinje:** Tenkt linje fra håndlist langs trappens ytre begrensning. Ganglinjen følger en sirkelbue der trappen svinger.
- **Indre ganglinje:** Tenkt linje fra håndlist langs trappens indre begrensning. Brukes bare for trapper med trappebredde $>1100 \text{ mm}$.
- **Høyretrapp:** Trapp som svinger til høyre når man går oppover trappen.
- **Venstretrapp:** Trapp som svinger til venstre når man går oppover trappen.

- **Pil som markerer retning:** Når det tegnes en pil i grunnriss på en trappetegning angir den alltid retningen oppover i trappen.
- **Nummerering av trinn:** Når en trappetegning viser nummerering av trinn benyttes alltid nummerering med laveste tall nederst.

Andre trappebegreper hentet fra Byggforskserien (Sintef-Byggforsk, 2020)

- **Vange:** bærende element som vanligvis avgrensner sidene på gangtrinnene.
- **Yttervange:** vangen i yttersvingen av en svingt trapp. Kalles også veggvange
- **Frivange:** vangen i innersvingen av en svingt trapp. Kalles også innervange eller framvange
- **Trappeøye:** den vertikale «luftsøylen» innenfor frivangen i en svingt trapp. Brukes også om sentret for trappas sving, som vanligvis ligger midt i trappeøyet. Kan også betegne «luftsøylen» mellom rette trappeløp når løpene ikke ligger helt inntil hverandre

Andre viktige uttrykk

- **Trapp:** En samling av trinn som fører brukeren opp eller ned fra et høydenivå. En god trapp har da en stigningvinkel mellom 17 og 30 grader og kan ha forskjellige utforminger.
- **Spiraltrapp:** En trapp hvor ganglinjen er sirkelformet i grunnplanen.
- **Spindeltrapp:** Variant av spiraltrapp med en gjennomgående søyle eller stolpe i midten.
- **Hulspindel:** Midtsøylen i en spindeltrapp som er utformet som en frivange med trappeøye. Ofte er det også en utformet handrekke i hulspindelen.
- **Baluster:** Spiler eller søyler som kan være rikt utformet og dekorerte. Disse har funksjon som rekkverk og fungerer som understøtting til handrekken.
- **Handrekke:** Også kalt håndløper eller håndlist. Gir støtte for hendene. Denne er plassert oppå balustrene. Kan være rikt profilert i enkelte tilfeller.
- **Megler:** Vertikal stående stolpe som utgjør del av rekkverket og forsterker dette, vanligvis plassert i starten og avslutningen på rekkverket.
- **Bestikk:** Korteste avstand fra vangens overkant til overkant trinnese, respektive vangens underkant til underkant stusstrinn eller gangtrinn, avhengig hvilken avstand er kortest. Ordet er rett oversatt fra tysk «Besteck», fordi forfatterne ikke fant et norsk uttrykk.
- **Scalalogi:** Vitenskapen om trapper (fra latin scala = trinn)
- **Distansekurve:** Dekorativ innslag på trinnet som har som formål å føre personen ut fra trinnets endekant og lengre inn mot ganglinjen. Trinnene kan da lages smekre og smalere inne ved innervangen.

- **Skråprojeksjon:** Er en teknikk i geometrien for å lage 2D tegninger av 3D objekter og finne sanne lengder ut fra grunnrisset.
- **Grunnriss:** Objektet sett ovenfra (fugleperspektiv) i en teknisk tegning eller arbeidstegning.

2. Fotogrammetri:

- **Fotogrammetri:** En digital prosess som bestemmer geometriske former på 3 dimensjonale objekter ved hjelp av fotografier.
- **Punktsky:** Ved å analysere overlappende bilder tatt fra forskjellige vinkler skapes en punktsky i programvaren. Dette er en samling av datapunkter som skaper omrisset av et objekt. Ved hjelp av programvaren blir denne punktskyen rensert og det genereres en kompakt punktsky.
- **Mesh:** En mesh er en polygonstruktur som genereres ut ifra den kompakte punktskyen. Dette skjer ved at programvaren lager trekanten mellom 3 punkter som ligger ved siden av hverandre. Polygonnett er en rett oversettelse til Norsk, men forfatterne valgte å bruke det engelske ordet mesh fordi den er mest brukt i dagligtale.
- **Tekstur:** Teksturen blir hentet fra fotografiene og legges oppå meshen for å gi fargesettingen til modellen.
- **Cloudcompare:** Er en Open Source programvare som kan bearbeide både punktskyer og mesh.
- **Regard 3D:** en freeware programvare til å generere punktskyer fra fotografier kan ikke bearbeide punktskyene eller generere en mesh.
- **MeshLab:** Open source programvare til bearbeiding av 3D mesh.
- **Agisoft Metashape (standard edition):** kommersiell programvare til generering av 3D modeller. Lager punktskyer og mesh, men har ikke måleverktøy eller andre bearbeidingsfunksjoner.
- **ISO-verdi:** betegner lys-sensitiviteten til bildebrikken.
- **Blenderåpning:** er åpningen i objektivet på et kamera som regulerer hvor mye lys som blir sluppet gjennom.

1.6. Autentisitet

Det er mye snakk i kulturminnevernet om autentisitet i en restaurerings sammenheng. Man hører derfor ofte gjentatte ganger ordene prosessuelle autentisk tilnærming og materiell autentisitet når kulturminner skal ivaretas. Forfatterne ønsker i forbindelse med denne oppgavens målsetning å reflektere litt omkring autentisitet. Hvilken betydning ordet har for kopier, og hvorfor dette kan oppfattes som problematisk i den virkelige verden for håndverkere som arbeider med bygningsvern.

Med bruken av fotogrammetri i denne oppgaven er hensikten å avgjøre hvor egnet dette digitale verktøyet er til å gjenskape en kopi som skal fremstå som mest mulig autentisk. Da både prosessuelt og delvis materielt. Hadde trappen vært en kopi som skulle vært en erstatning for originalen ville den mest sannsynlig blitt presentert og fremvist under kategorien minne autentisk. Noe i retningen stavkirken Fantoft. Fantoft kirke brant ned på 90 tallet og ble bygget opp igjen fra grunnen av. Etter oppbygningen framstår denne nå som et autentisk minne over det originalen en gang var. I Nara dokumentets artikkel 13 kan man blant annet lese følgende. *“ Alt etter hva slags kulturarv det er snakk om, den kulturelle konteksten den er en del av, og utviklingen av den gjennom tidene, kan vurderingene av autentisitets knyttes til verdien av et stort mangfold av informasjonskilder. Kildene kan gi opplysninger om form og design, materialer og stoff, bruk og funksjon, tradisjoner og teknikker. ”* (ICOMOS, 1994). Denne ordlyden vil dermed si at betydningen av autentisitet kan tolkes i mange retninger og kan derfor også være gjeldende for kopier, eller er dette faktisk gjenstand for diskusjon?

Hva er så egentlig en autentisk tilnærming til en kopi? Kan dette defineres og forklares på noe vis? En allmenn oppfatning av ordet autentisitet er at noe skal fremstå som ekte, ha egenart og er opprinnelig eller originalt. Med utgangspunkt i denne oppfatningen kan det da stilles spørsmålsteget ved bruken av kopier i et kulturminnevern. Kan en kopi, en etterligning av original objektet i det hele tatt kalles autentisk. I utgangspunktet er jo kopien verken ekte, opprinnelig eller original, men kan kanskje da ha egenart? Det kan i denne sammenhengen muligens være rett å poengtere det forfatterens interne veileder Thor Aage Heiberg, Universitetslektor i tradisjonelt bygghåndverk ved NTNU, påpekte i en e-post i forbindelse med denne oppgaven. *“ Kopien er jo sin egen original og like ekte og tilstedeværende (kanskje mer) enn originalen. ”*

Et kulturminne består av flere verneverdier som sammen danner det historiske vitnesbyrdet. Autentisitet er en av disse verdiene og er viktig for et kulturminne som helhet. Har et kulturminne hatt lite eller ingen forandring, vil dette ha minimal innvirkning på verneverdiene med objektet. Verneverdiene forblir altså opprettholdt. Mens større forandringer, for eksempel i form av

restaurering og utskiftninger forringer disse verdiene, blant annet verdien autentisitet. (Unnerbäck, 2002, s. 98). Oppsummert kan man da argumentere for at kopier og utskiftninger svekker det historiske vitnesbyrdet med bygninger, og at ordet autentisk i forbindelse med restaureringer og utskiftninger derfor kan og bør være en gjenstand for diskusjon.

Det snakkes mye om prosessuell og materiell autentisitet i kulturminnevernet. Dette innebærer at kopien skal ha samme bruk av håndverksteknikker, materiale, verktøy og visuelle utforming som originalen. Bruken av kopier bidrar altså til at kulturminnet bevares og at historiene, kildene og kunnskapen om material og håndverksutførelsen blir holdt levende for fremtidige generasjoner. Derfor er det viktig å kopiere original objekter med prosessuell og materiell autentisitet. Det er den generelle oppfatningen i kulturminnevern at dette må være en del av fremgangsmåten for å bevare autentisiteten til kulturminner. Noe som også blir beskrevet i Venezia charteret artikkel 9. Men påstanden til å kunne kalle det autentisk er fortsatt motstridene.

Hvis vi da begynner med håndverksteknikker. Ja disse kan etterlignes og utføres med tilnærmet samme håndlag og presisjon som originalen. Håndverksteknikker kan forskes på og videreføres, men håndverksteknikker etterlater alltid spor. Disse sporene kalt verktøyspor, vil skille seg fra original objektet uansett hvor hardt man prøver. Man greier kanskje å etterligne både verktøysporene og fastslå originale verktøy som ble brukt på original objektet, men å produsere en nøyaktig kloning av plasseringen og utformingen til disse sporene er så å si umulig. Dog gjerne ikke alltid synlig på annet nivå enn mikroskopisk, men variasjoner vil alltid forekomme.

Disse variasjonene skyldes først og fremst at menneskehånden er verken stødig nok eller har egenskapene til maskinell utførelse, og dette fører til små variasjoner i resultatet. Videre må man ta i betraktning at verktøyet ikke nødvendigvis er identisk med det originale, noe som også påvirker resultatet. I tillegg har man ulik grad av dyktighet og presisjon hos håndverkerne som utfører jobben. Forskjellige håndverkere som utfører samme jobb, ender nødvendigvis ikke alltid opp med samme resultat. Mennesker har også den egenskapen at de begår feil, selv om menneskehånden streber aldri så mye etter perfeksjon. Disse faktorer av menneskelige egenskaper, verktøy og tilfeldigheter avgjør sluttresultatet og resulterer i at kopien alltid er forskjellig fra originalen. Dette innebærer at uansett dyktigheten eller håndlaget til håndverkeren, er skapelsen av en direkte klon umulig. Noe av det samme kan sies om materiale. Alle trær er forskjellige og har ulike vekstmønstre. Man kan få materiale som er tilnærmet lik originalen, men det er fortsatt ikke en klon av det opprinnelige treverket som ble brukt. Det er med andre ord umulig å oppnå autentisitet i ordets rette forstand, uansett hvor mye prosessuell og materiell tilnærming det enn prøves å oppnå.

Hvis man da i en restaurerings sammenheng har prosessuell autentisitet som et mål. Må man ta med i betraktning at jo mere prosessuell autentisk det blir, jo verre er det i framtiden å fastslå hva som er originalt eller senere tilføyelser. Med andre ord vil objektets originale autentisitet ikke lengre kunne avgjøres og kopien kan da bli feilaktig tatt for originalen. I denne sammenhengen er det kanskje mer rett at moderne utskiftninger faktisk bærer signaturen av tiden det er skiftet i. Da med form av nåtidens verktøy spor. Kanskje bør spørsmålet om det er mer ønskelig å omfavne håndverkerens signatur i så fall være relevant, og derfor delvis forkaste iden om autentiske kopier. Med å gjøre så, akseptere at ulike håndverkere etterlater hver sin unike form for autentisitet til framtiden som framtidige håndverkere kan forske på.

Dermed vil kopien bli sin egen autentiske original istedenfor å fremstå som noe den ikke er, nemlig originale delen den faktisk erstatter. Uansett framgangsmåte når kopier skapes bør kopiens formål være å formidle historiske vitnesbyrd. Enten fra sin egen tid eller fra tiden den skal erstatte. Hvis kopiens funksjon er å erstatte original materialet og samtidig fremstå autentisk på lik linje med originalen, bør den i så fall suppleres med grundig dokumentasjon. Da kan man i framtiden avgjøre at dette er en kopi av originalen og ikke en autentisk del fra byggeåret.

Det er også et spørsmål hva som kan kalles for rett fremgangsmåte når autentisitet skal oppnås. Hvis trappen i Rosendal tas som et eksempel. Hvor hver baluster er tilvirket på øyemål og fremstår som svært forskjellige fra hverandre. De står også med ulik avstand fra hverandre. Hvis målet da er en eksakt kopi av originalen, må hver baluster møysommelig måles og kopieres. Dette kan være rette fremgangsmåten for å oppnå noe man tilnærmet kan kalle en klon av originalen eller en fullverdig kopi. Men med å gjøre så, vil man samtidig gå vekk fra det prosessuelle autentisitet aspektet. Skal man oppnå prosessuell autentisitet må man faktisk bruke øyemål på tilvirkningen av disse. Problemet da blir jo at trappen ikke lengre vil være tilnærmet autentisk lik som originalen, altså ingen direkte klon.

Da blir jo spørsmålet hva som fremstår som rett tilnærming i kulturminnevernet? Å prøve å klon originalen eller å faktisk tilvirke kopien med samme fremgangsmåte som originalen faktisk ble? Uansett fremgangsmåte vil kopier være gjenstander for diskusjon når de kobles sammen med ordet autentisitet i bygningsvernet.

Det blir da mer rett å henvise til ordet replika når det henvises til kopier som skal fremstå som prosessuell og materiell autentiske. En replika er noe som formidler selve historiene, kildene og kunnskapen om material og håndverksutførelsen til original objektet på en tilfredsstillende og troverdig måte. Den gjør da denne fortellingen levende og følbare for fremtidige generasjoner. Dette er også noe av målet med restaurering av kulturminner nedskrevet i Venezia charteret artikkel 3.

Videre kan man henwise til artikkel 7 i samme dokument som blant annet sier at «*kulturminner er uatskillelig forbundet med historien den bærer vitnesbyrd om.*» (ICOMOS, 1964)

Det vil altså si at en autentisk prosessuell og materiell tilnærming til en restaurerings situasjon der en kopi skapes, vil alltid gi kopien en funksjon som først og fremst er å formidle historien til objektet den erstatter på en historisk og troverdig måte. Dens funksjon er ikke å fremstå som mer original enn nettopp originalen den erstatter. Med dette som utgangspunkt så vil ordet autentisk i denne sammenhengen bety noe som bidrar til at både historiene, kildene og håndverksutførelsen i tillegg til det visuelle, blir holdt levende og synliggjort. Med å gjøre så, bidrar kopien til å supplere og formidle original materialet uten å forfalske det autentiske og historiske vitnesbyrdet som originalen faktisk er.

2. Metode og avgrensning

2.1. Manuell oppmåling og dokumentasjon

For å ha kildemateriale å ta utgangspunkt i, måtte det foretas en befaring av original trappen. Dokumentasjonsdelen ble utført med målsetningen om at trappen skulle kunne gjenskapes i verkstedet uten at man trengte å reise tilbake til originalen for sammenligning av resultater. Dette er med grunnlag i en hypotetisk tankegang som involverer at originalen har gått tapt og må rekonstrueres. Dette innebar at hele trappen måtte måles opp og dokumenteres for å ha nok data til å kunne bygge en replika. For å kunne bygge kopien av trappen og samtidig ha et troverdig sammenligningsgrunnlag mellom manuell og digital dokumentasjon, måtte den manuelle oppmålingen være nøyaktig og presist utført.

Dette ga grunnlaget for flere tegninger i forskjellige målestokker. Et grunnriss i 1:200 av hele trappen, en tegning av trinnene i 1:50 og en tegning av vangen i 1:2 ble laget. Det ble også flere snitt tegninger i 1:1. Det var da snitt av håndrekken, profilen til stusstrinn med flere og profilen fra toppen av spindelen. Tegningene måtte fremvise trappens nøyaktige oppbygning og gi en oversikt over de viktigste målene. Trappens radius, søylens utforming og hvert trinn ble derfor dokumentert.

Ved oppmåling av trinnene måtte det måles opptrinns høyden, inntrinns dybden, samt hele trinndybden både på innervangen (spindelen) og yttervangen. I tillegg til å produsere tegninger ble målene nedskrevet i notater. Videre måtte profilene på håndrekken, dekkbord, stusstrinn og trappenesen dokumenteres og tegnes ned. Profilene ble nedtegnet i målestokk 1:1. Balustrenes detaljerte utforming måtte dokumenteres grundig for å kunne dreie kopier av disse. Tidligere arkitekttegninger og annen relevant dokumentasjon om trappen ble også søkt opp. Denne dokumentasjonen hadde liten nytteverdi i det videre arbeidet med å snekre kopien da det som var tilgjengelig ble ansett som mangelfull dokumentasjon i forfatterens øyne.

2.2. Digitale hjelpemidler

Siden ingen av forfatterne har erfaring med digital dokumentasjon fra før, måtte oppgaven begrenses til noen få metoder. Valget av digital dokumentasjon falt på 2 metoder.

- I. Fotogrammetri, fordi det er en mye brukt metode innen kulturminnevern og det er mulig å skaffe forholdsvis rimelig utstyr og gratis programvare til det. Metoden er dessuten relativt tidsbesparende. Trappen ble fotografert med et kamera Canon EOS m3 med Canon Zoom lens EFM 15-45mm, innstillinger på ISO 100 og blenderåpning på F.8, stående på et stativ. Det ble totalt tatt 323 bilder av trappen.
- II. Skanning med mobiltelefon, en forholdsvis ny teknologi som muligens blir en enkel og lett tilgjengelig metode i fremtiden, og som åpner opp for enda enklere dokumentasjon. Trappa ble scannet med en Samsung Galaxy S21 Ultra 5G med hjelp av appen Pix4Dcatch.

Etter at det var samlet inn nok bildemateriale, kunne 3D modeller genereres med hjelp av Windows basert PC og gratis programvare. Programvaren som ble benyttet bestod da av Regard3D, Meshlab og Cloudcompare. Det ble også benyttet en app på mobilen. Appen var PIX4Dcatch som hadde en gratis prøveperiode på 2 uker. Etter 2 uker må man kjøpe appen for videre bruk. Prisen for kjøp av appen er forholdsvis dyrt, så den ble kun benyttet i prøveperioden. I tillegg ble bilder oversendt til forfatterne sine veiledere hos Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) som genererte en ytterlig modell med Agisoft Metashape som er profesjonell programvare. Når modellene var klar, kunne forsøket med å gjenskape en del av trappen i verkstedet starte. Mer informasjon om modellene og prosessen rundt dette, er nærmere beskrevet under kapittel 3.2. feltarbeid digital dokumentasjon.

Under arbeidet med å gjenskape trappen ble først og fremst den manuelle oppmålingen brukt som referanse til snekringen, men 3D-modellene ble brukt til å prøve å finne mål som enten manglet, eller til en direkte sammenligning av målene som var hentet ut fra den manuelle oppmålings prosessen. Alle 3D-modellene fra både forfatterne, veiledere og mobil ble brukt under det praktiske forsøket med å bygge trappen. Det ble også mot slutten av trappesnekringens forsøkt å gjenskape den siste delen av trappen med kun informasjonen hentet ut fra de digitale 3D-modellene alene. Dette ble da gjeldene for søylens vridning med håndrekke og balustrene. Det ble gjort slik fordi dette er elementer av trappen som er vanskelig å måle nøyaktig manuelt. Med å gjøre det på denne måten kunne forfatterne virkelig sette bruken av fotogrammetri på prøve og dermed redegjøre for

oppgavens problemstilling. Dessuten var det ikke før dette stadiet i trappebyggingen var nådd, at forfatterne hadde fått veiledningen som trengtes for å kunne bruke fotogrammetrien fullt ut.

2.3. Det praktiske rundt trappesnekningen

For å forstå fullt ut hvordan en 1600 talls trapp konstrueres i praksis, måtte en kopi i 1:1 bygges. Kopien var også nødvendig for å ha et sammenligningsgrunnlag mellom den manuelle oppmålingsmetoden og den digitale 3D modellen. Kopien ble begrenset til å omfatte 7 av original trappens totale 13 trinn, altså litt over halve trappens lengde.

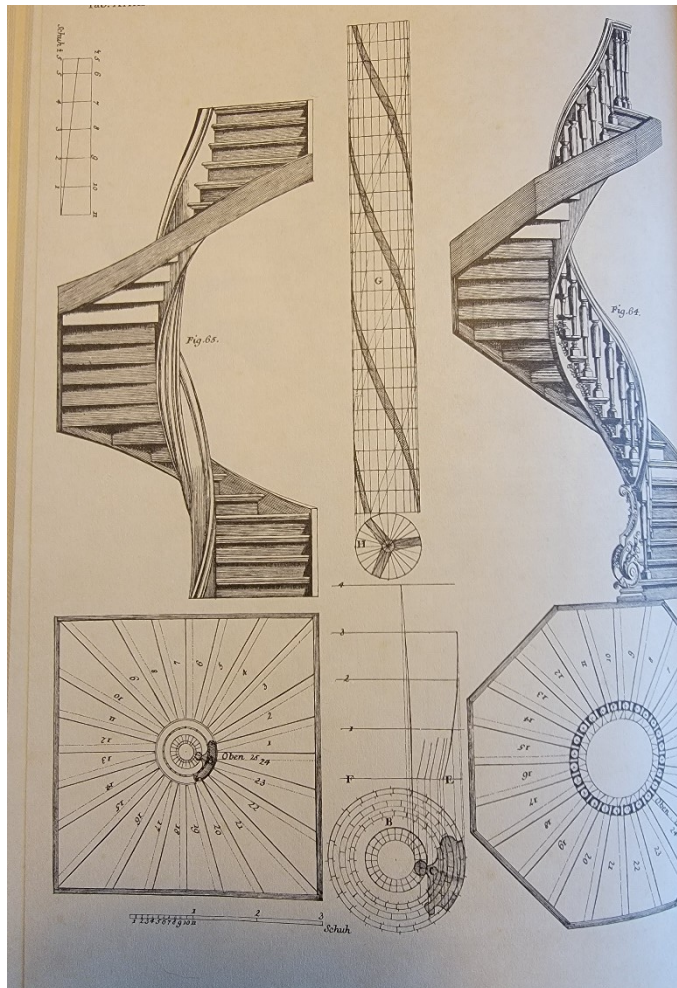
Under tilvirkningen ble det forsøkt benyttet mest mulig autentisk håndverktøy som forfatterne mener kunne ha vært benyttet. I den forbindelse måtte det lages flere forskjellige høvler for å kunne kopiere trappen fra Baroniet. Disse er laget med grunnlag i verktøysporene lest ut fra original trappen.

Nesten hele kopien ble laget i furu fordi trappens originale materiale eik var vanskelig og dyrt å oppdrive. Materialene av furu var saget på oppgangssag, en viktig detalj som er autentisk i forhold til verktøyspor på original trappen. Alle delene bortsett fra søylen er altså tilvirket i furu. Da det ironisk nok ikke var mulig å oppdrive store nok dimensjoner i verken furu eller gran, ble denne levert i eik. Søylen er dermed eneste bygningsdel som er autentisk rett i forhold til bruk av treslag.

Selve snekningen av trappen ble gjort ut fra oppslagsmetoden der man først tegner opp grunnrisset av trappen på gulvet og overfører alle mål ut fra denne. Denne metoden baserer seg på en tradisjonell og velprøvd metode som forfatterne etter noe forarbeid kunne konstatere først er beskrevet i 1662, og deretter i 1668 med illustrasjoner av Johan Willhelm. Denne litteraturen beskriver da kun oppslagsmetoden og før dette årstallet finnes det ingen litteratur som forfatterne kjenner til som omhandler fremgangsmåten innenfor trappesnekningen. Dette blir først bedre forklart i litteraturen fra 17-1800 tallet og utover, blant annet i boken "Wolf's praktische Ausführung der Treppen" fra 1911. Disse fakta resulterer i at det er ikke gitt hvilken fremgangsmåte som er brukt når trappen i baroniet ble bygget.

Forfatterne velger å tro at metoden som beskrevet i litteraturen fra midten av 1600 tallet og nedtegnet iblant annet Tieleman van der Horst bok «Treppen-Bau-Kunst» i 1763, var den metoden som faktisk ble benyttet av snekkerne som produserte trappen i Baroniet Rosendal. Samme metode ble ellers senere nedskrevet i flere lærebøker på slutten av 1900 tallet.

Denne konklusjonen gjør forfatterne på grunnlag av at dette er det som litteraturen fra førindustriell tid faktisk beskriver. Det gir ikke noe logisk mening at en annen ukjent metode skal ha vært benyttet som ikke har blitt nedskrevet i noen kjent litteratur for ettertiden. Metoden har nok vært i bruk lenge før den ble dokumentert skriftlig i 1662. Man kan for eksempel i boken «Treppen in Nürnberg» fra Friedrich Mielke se et bilde av en hulspindel trapp datert 1557. Altså nesten 100 hundre år eldre enn trappen i Rosendal. Metoden har sannsynligvis overlevd gjennom generasjonene med handlingsbåren kunnskap før den ble nedtegnet rett rundt tidsepoken når Baroniet ble bygget. Fremgangsmåten er relativt lett forståelig og kunne lett læres videre fra mester til svenn. Det trengs også minimalt av utstyr for å kunne utføre den. Med hjelp av et risseverktøy eller tilsvarende merkeutstyr, en passer, en måleenhet, en rett plank brukt som losholt og lekter, kunne oppslaget lett slås opp på byggeplassen når trapper skulle snekres. Derfor er dette også fremgangsmåten forfatterne valgte når oppslaget ble foretatt. Den resterende fremgangsmåten på trappesnekningen ble derimot basert mest på litteratur skrevet etter trappens byggeår i 1665, henholdsvis fra Wolfs trappebok datert 1911.

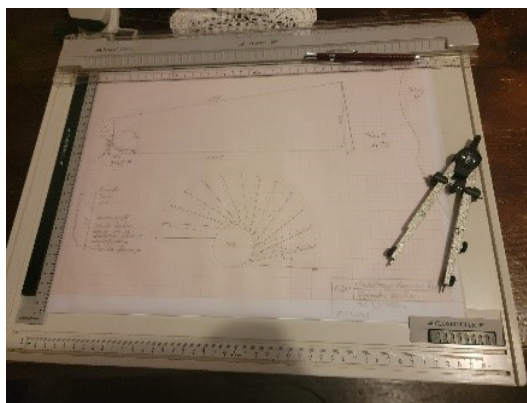


Bilde 3: Plansjetegning fra Thielemann van der Horst's bok fra 1763. Boken beskriver i tekst og bilde hvordan en hulspindeltrapp blir konstruert.

Kilde: Reprint fra originalutgaven. Verlag Th. Schäfer, Hannover

3. Resultater fra dokumentasjons arbeidet

3.1. Feltarbeid – manuell dokumentasjon



Bilde 4: klassisk oppmåling med tegnebrett, rutepapir, passer og blyant.

Under oppmålingsprosessen ble en analyse av trappens nåværende tilstand utført. Dette avdekket flere ting som viser en trapp som om få år trenger nødvendige reparasjoner og utbedringer for å ikke kollapse. Blant annet har vangen vridd seg ut av lodd og dratt med seg både balustrer og håndrekken. Dette har resultert i at gelenderet er ute av lodd med 150 mm målt fra gulvet til øverste punkt på håndrekken.



Bilde 5: Trinnet er sklidd ut av vangen. Det er satt inn en kile hvor glipen var for stor. Slike detaljer er vanskelig å fange opp med fotogrammetri. Detaljen er også tidkrevende å dokumentere med tegninger, da tegninger i 1:1 må til. Dette kan ikke leses av på en tegning i målestokk 1:200.

Videre har vangene sklidd fra hverandre i sammenføyninger og enkelte av trinnene er i ferd med å skli ut av sporet i vangene.

Etter at opptrinn og inntrinn var målt, ble det konstatert at trappeformelen ikke kan ha vært nevneverdig i bruk når trappen ble laget, da målene varierer noe. Dette er gjeldende både for opptrinn og inntrinn. Det ble også avdekket at inndelingen av trinndybden mest sannsynlig er utført med øyemål, og med det som termologien omtaler som lektemetoden. (Wolf, 1911, s. 2) Metoden er mere utfyllende forklart i kapittel 4.3 på side 38.

Det ble videre avdekket at det meste av trappen virker å ha vært utført på øyemål av snekkeren.

Dette er da gjeldene både for trinnenenes generelle inndeling, men også ganske så opplagt på



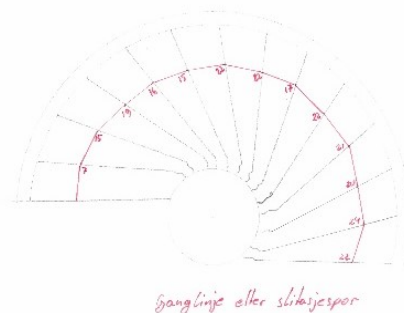
Bilde 6: Hvert enkelt opptrinn, inntrinn, trinndybde og bestikk på både inner- og yttervangen, ble oppmålt på millimeternivå.

balustrene. Alle disse varierer ganske mye, og dette indikerer at det er verken blitt brukt standardiserte mål eller noen form for mal når disse har blitt dreid. Samme mønster går igjen på trinnenenes distansekurve, da disse varierer ganske mye fra trinn til trinn. Håndrekkens og yttervangens bredde er også varierende, og igjen vitner det om lite bruk av standardiserte måleenheter eller maler under arbeidet med å tilvirke disse. Søylen diameter var derimot mere lik fra topp til bunn. Dette gir en indikasjon om at her har det vært viktig å få en søyle med lik dimensjon fra gulv til topp, altså må noen form for

målenhet ha blitt brukt når denne ble laget. Trinnene og stusstrinnene tykkelse er også like, noe som viser at nøyaktig dimensjonering av disse har også vært prioritert.

Den manuelle dokumentasjonen avdekket også at fremre kant av trinnene har dype forsenkninger etter bruksslitasje, og denne detaljen kunne brukes til å avgjøre hvor trappens egentlige ganglinje faktisk er lokalisert. Det ble også dokumentert en gjennomsnittlig trinn slitasje på rundt 15-20 mm.

Det ble og tydelig at trappens øverste trinn er påbygget med en ekstra høyde fra ukjent byggeår. Sannsynligvis grunnet en utskiftning og forhøyning av gulvet i andre etasje. Dette trinnet hadde en slitasje på 7mm noe som bekrefter at dette er en påbygning som er nyere enn resten av trappen.



Bilde 7: Gjennom å måle slitasjespor på gangtrinnene kunne forfatterne fastslå ganglinjen. Det er en interessant detalj at den følger gelenderet som er ute av lodd i nederste delen. Ganglinjen trekker seg lenger inn til midten samtidig som gelenderet retter seg opp i lodd igjen.

Verktøyspor som ble avdekket inkluderte spor etter rissenål på trinnene der vangen har sklidd ut. Øverste trinn har spor etter oppgangssag på oversiden som ikke er høvlet helt vekk. Det kunne også skimtes svake sagspor på stusstrinnene og svært tydelige spor etter oppgangssag på undersiden av enkelte trinn. Utrivning flere steder tyder på utstrakt bruk av høvel og øks. Søylen hadde også tydelig

spor etter å ha blitt formet med høvel. Dette er detaljer som kan være vanskelig å dokumentere med kun bruken av fotogrammetri alene, men det er også vanskelig å dokumentere slike spor på en tegning. Verktøyspor er viktige detaljer i en dokumentasjonsprosess som har som mål å fremstille en kopi med prosessuell og materiell autentisitet.



Bilde 8: På de siste to trinnene er det bygget opp med et bord. Dette kan tyde på at gulvet i andre etasje ble forandret på et tidspunkt.



Bilde 9: Sag spor på undersiden av gangtrinnet brydde man seg ikke med å fjerne, selv om undersiden er synlig.



Bilde 10: Gelenderet er mye ut av lodd i begynnelsen av trappen.

3.2. Feltarbeid Digital dokumentasjon



Bilde 11: Foto dokumentasjon på plassen var raskt unnagjort.

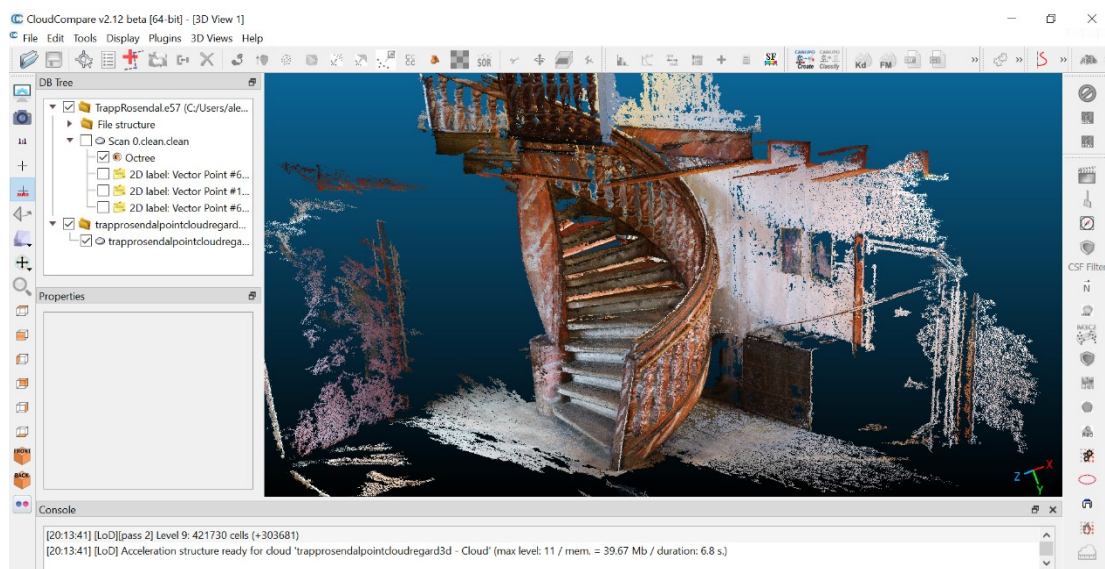
Trappen ble fotografert med et kamera Canon EOS m3, stående på et stativ. Dette stativet ble flyttet rundt på så hele trappen kunne dekkes. Flyttingen av kamera ble gjort på en slikt måte at bildene hele tiden overlappet hverandre. Det ble totalt tatt 323 bilder av trappen. Siden bildekvaliteten har stor betydning for resultatet er det viktig at man tar bilder av høy kvalitet. Det vil si at bildene skal være så skarpe som mulig. Alle uskarpe bilder gjør det vanskelig for programvaren å finne matchende punkter. Det er også viktig at zoom-innstillingen på kameraet ikke blir forandret under fotograferingen. Det samme gjelder ISO-verdien og blenderåpningen. ISO-verdien burde være så lav som mulig. Stor ISO-verdi gir mye støy på bildene. Blenderåpningen

burde holdes forholdsvis lite for å få mest mulig dybdeskarphet på bildene.

Det ble så startet et forsøk med å lage en 3D-modell med hjelp av Regard3D. PC-en som ble brukt var en HP-probook med 8GB RAM og i5-8250U CPU @ 1.60 Ghz prosessor. Bildene ble lastet opp og programvaren ble satt i gang med å finne matchende punkter (compute matches). Både keypoint-sensitivity og keypoint-matching-ratio ble satt på Ultra, dvs. den høyeste innstillingsgrad.

Datamaskinen var ferdig med prosessen etter 77 timer og neste trinn (triangulation) ble satt i gang.

Trinn 2 i Regard3D er at programvaren lager en punktsky. Prosessen ble avbrutt etter 380 timer fordi

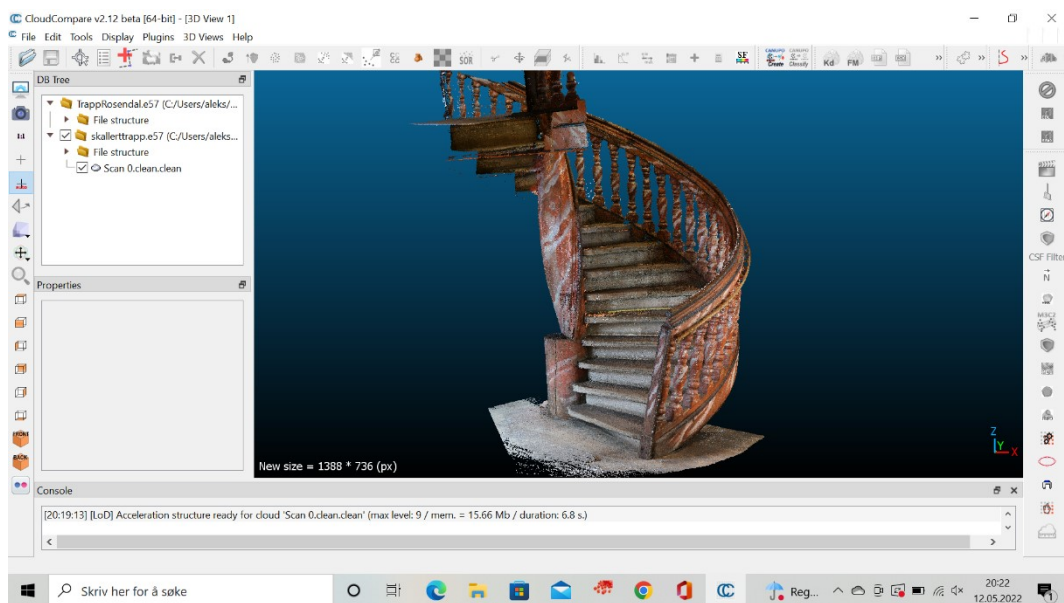


Bilde 12: 3D-Modellen ble generert med programvaren Regard3D av forfatterne. Modellen har en del støy i bakgrunn som kunne vært rensset vekk for å ha en mindre fil å håndtere.

det var lite håp om at datamaskinen kom til å klare regneprosessen. Forfatterne måtte innse at en kraftigere PC måtte til.

Til neste forsøk ble det brukt en HP-Elitebook med 32GB og i7-7600U CPU @ 2.80 Ghz prosessor. Compute matches prosessen var ferdig etter 58 timer og triangulation på under 3 timer. Det ble så laget en kompakt punktsky og med hjelp av programvaren MeshLab ble det også laget en mesh.

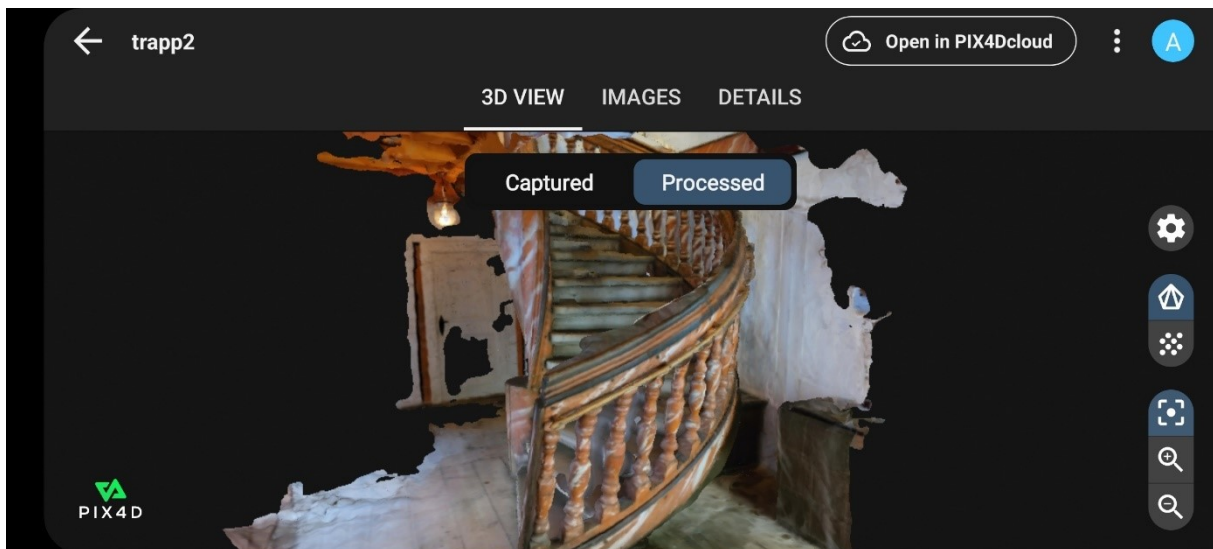
Bildene ble også sendt til våre veiledere som laget en 3D-modell ut av disse i programmet Agisoft-Metashape. Disse jobber til daglig hos Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) og har god erfaring med bruken av fotogrammetri. De har også tilgang på kraftigere maskinvare og mer avanserte programvare for fotogrammetri og 3D modellering enn forfatterne har. Det ble blant annet laget en modell som var renset for all unødvendig bakgrunnsstøy, som for eksempel dører og møbler som står i nærheten av trappa. Det er denne modellen som hovedsakelig ble brukt i det senere arbeidet. Men det må påpekes at også modellen laget med Regard3D ble brukt og utprøvd med liknende resultat.



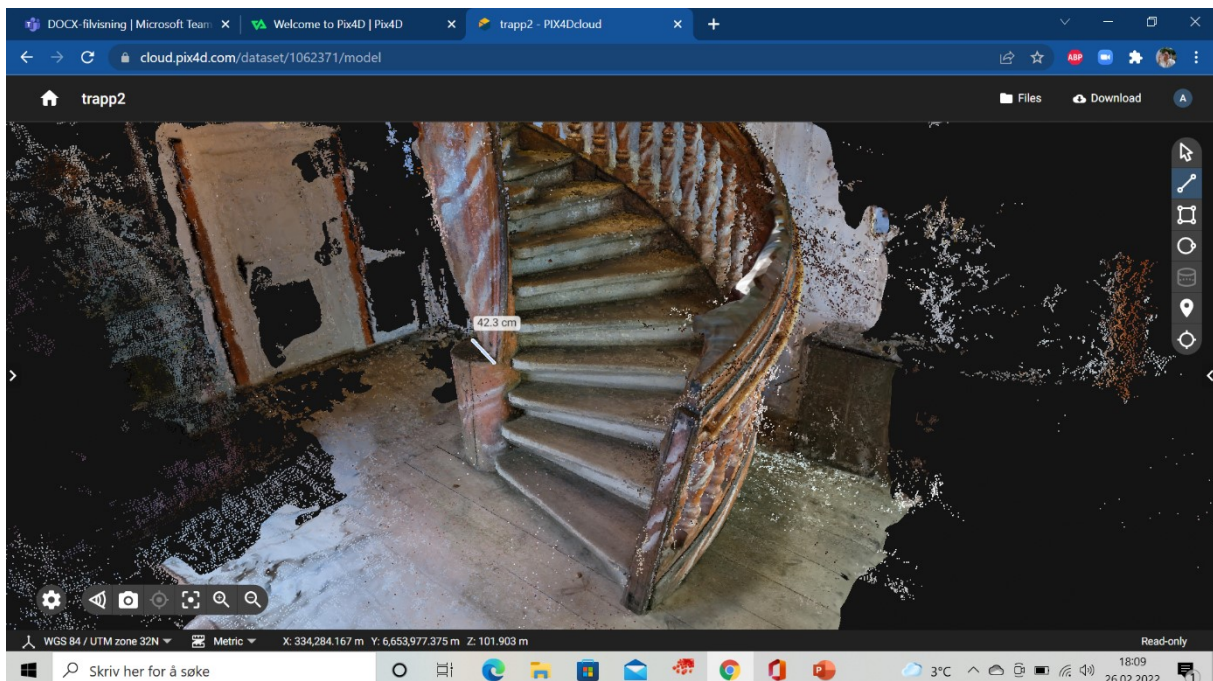
Bilde 13: En renset og skalert modell generert med Agisoft Metashape av Øystein Aarlott Digre fra Nidarosdomens restaureringshåndverker (NDR).

I tillegg ble trappen filmet fra alle vinkler med en mobiltelefon av typen Samsung Galaxy S21 Ultra 5G med hjelp av Appen PIX4Dcatch. Appen bruker da en kombinasjon av videobilder og laserskanning for å generere modellen, noe som fører til stor nøyaktighet av bilde materialet. Programmet er forholdsvis dyrt, men har en gratis prøveperiode på 2 uker. Appen laster bildene opp til nettet som automatisk genererte en 3D-modell i en punktsky og en mesh. Denne 3D-modellen kan man deretter få tilgang til via appen eller PC-en. Det er lett å navigere og måle seg fram i modellen. Største ulempen med programmet er at man ikke kan bearbeide 3D-modellen. Det er for eksempel ikke

mulig å ta snitt eller rense for bakgrunnsstøy. Men teknologien er ganske så ny og det er mye fremtidig potensiale i denne typen 3D-scanning.



Bilde 14: Modellen er generert med mobilappen PIX4Dcatch slik den vises på mobilen. Appen har ikke målefunksjoner. Man kan velge mellom visning som pointcloud eller som mesh (her på bildet vises mesh-versjonen)



Bilde 15: Her vises modellen generert med PIX4Dcatch på PC-en. Pc-programvaren har flere målefunksjoner både for lengder, areal osv. Fordelen er at PIX4Dcatch automatisk skalerer modellen. Forfatterne prøvde ut målefunksjon gjennom å måle søylens diameter og resultatet var forbløffende korrekt.

3.3. Annen Dokumentasjon

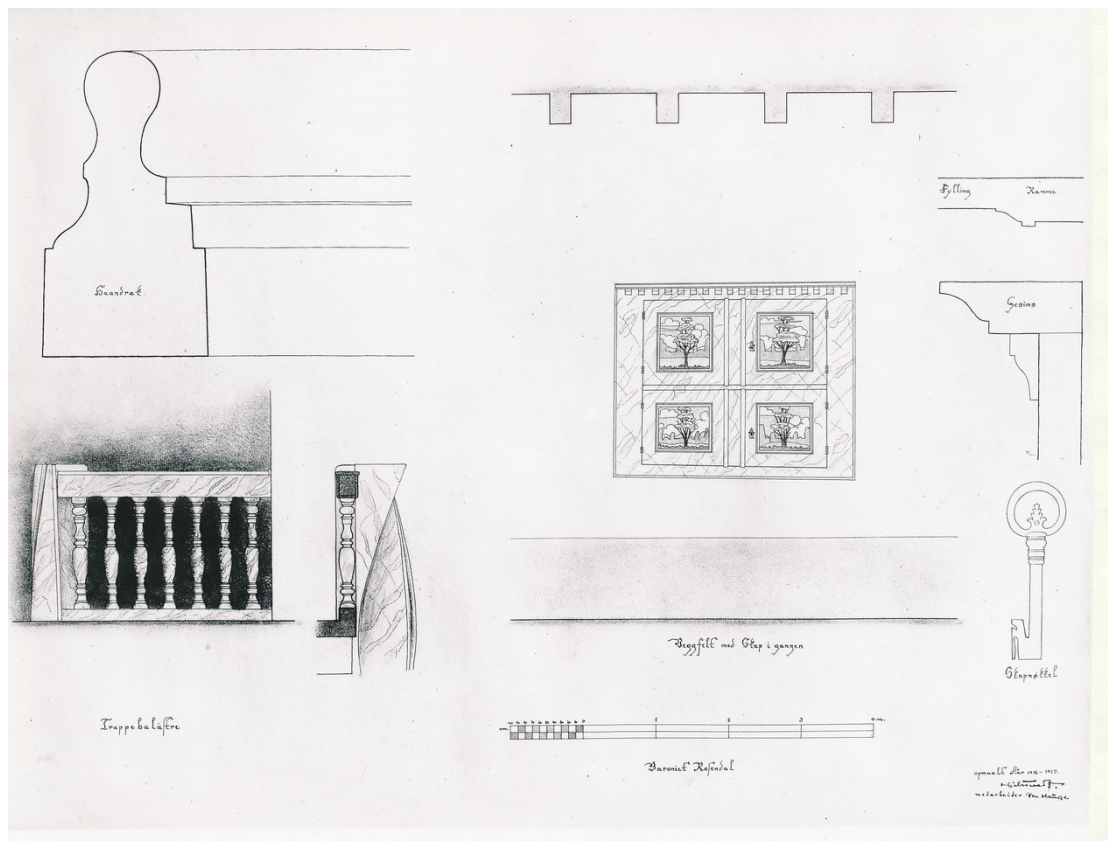
Av den tilgjengelige dokumentasjonen som forfatterne greide å grave fram, begrenset dette seg til en akvarell fra 1903 malt av Marcus Fredrik Steen Grønvold (1845-1929), og noen få arkitekt tegninger fra Niels Tvedt datert 1916-1917. Disse tegningene består blant annet av en fasade tegning av Baroniet som viser et snitt gjennom trapperommet. Videre er det 2 plantegninger av henholdsvis første og andre etasje som viser trappens plassering i bygget. Til slutt er det en detalj tegning som viser profilen til håndrekken, litt av søylens vridning og tilhørende balustre i andre etasje. Tegningen illustrerer også et skap som henger på veggen i andre etasje. Disse tegningene og akvarellen inneholder langt ifra nok informasjon til å kunne gjenskape hele trappen i verkstedet. Verken håndrekken eller balustre kan gjenskapes ut fra den tilgjengelige informasjonen på detalj tegningen, da disse er mangelfullt dokumentert sett gjennom forfatternes øyne. I tillegg har man lite skriftlig informasjon nedtegnet som omhandler selve trappen i Baroniet.

Det må dessverre konstateres at trappen i Baroniet langt ifra er blitt dokumentert grundig nok til å kunne bli verken prosessuelt eller materielt autentisk gjenskapt i tilfelle den skulle gå tapt. Forfatterne stiller seg dermed undrende til at en trapp som har så stor affeksjonsverdi i et bygg som i tillegg er automatisk fredet, ikke er bedre dokumentert med tanke på både bevaring og formidling til fremtiden. Dette bekrefter dessverre påstanden fra professor Doktor Mielke om at trapper svært ofte blir neglisjert i kulturminnedokumentasjon (Mielke, 1986, s. 11).

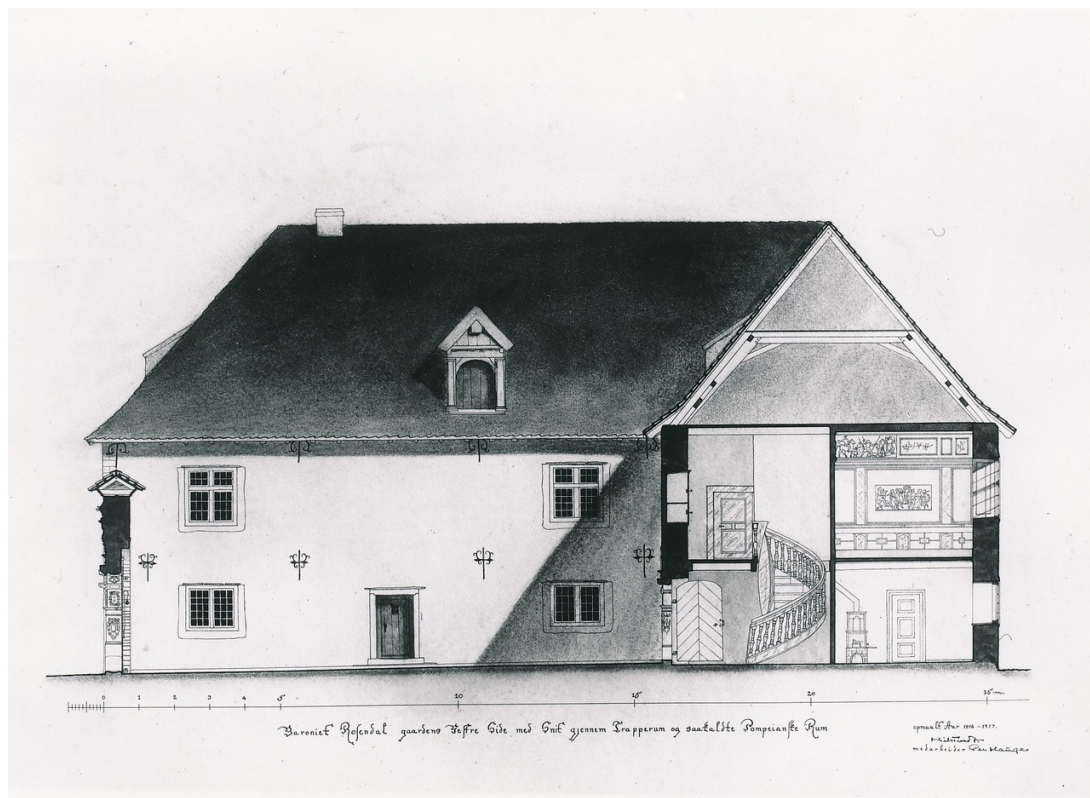
Forfatternes manuelle dokumentasjon av håndrekken er ikke nøyaktig lik som Niels Tvedts tegninger av denne. Det kan da i denne sammenhengen trekkes frem et bra poeng sitert av Bente Egeland, arkitekt og rådgiver i bygningsvern, ved Trondheim kommune fra en forelesning på NTNU desember 2021 " *stol aldri på en annens tegning.* "



Bilde 16: Akvarell malt av Marcus Fredrik Steen Grønvold i 1903. Gelenderet var allerede på denne tiden ut av lodd og trappen hadde ikke meglar. Kilde: Arkivet Baroniet i Rosendal.



Bilde 17: Tegning av Niels Tvedt fra 1916-1917. Gelenderet i andre etasjen viser godt at balustrene ikke er like. Men ingen av tegningene kan gi nok informasjon til å rekonstruere trappen. Kilde: Arkivet Baroniet Rosendal.



Bilde 18: Tegning av Niels Tvedt fra 1916-1917. Også her vises det godt hvor skjeve gelenderet er i begynnelsen av trappen. Men ellers er bildet lite egnet til et rekonstruksjonsarbeid. Kilde: Arkivet Baroniet Rosendal

4. Prosessbeskrivelse av trappesnekringen

4.1. Generell informasjon

Det er viktig å presisere at kopien som ble laget tar utgangspunktet i tilstanden forfatterne antar trappen har hatt den gang da den var ny, og ikke hvordan den fremstår i dag med sine skader og utglidninger. Dette aspektet må også tas med i betraktning når fotogrammetrien skal vurderes opp mot den manuelle oppmålingen.

Det vil på de neste sidene gis en prosess beskrivelse av trappesnekringen. Det blir beskrevet hva forfatterne tror har vært den sannsynlige fremgangsmåten til snekkeren. Som på midten av 1600 tallet laget denne dekorative trapp helt uten bruken av moderne hjelpemidler, kun med sine egne hender og enkle håndverktøy til rådighet. Beskrivelsen tar for seg både verktøyet og de viktigste stegene i prosessen med å lage trappekopien. Hvilke mål som er nødvendige for å lage kopien og om 3D modellene generert av fotogrammetrien kunne brukes i arbeidet er også gjenstand for dette kapittel.

4.2. Verktøyet

Når en sving trapp fra 1600 tallet skal gjenskapes er det mange verktøy som er nødvendig for å kunne lage en kopi av originalen, og snekkerne må ha hatt tilgang på flere typer forskjellige verktøy når trappen i Baroniet ble bygget. I den aktuelle litteraturen er det ikke beskrevet i detalj alt av verktøy som kan ha vært brukt i denne tidsepoken. Først på 1700 tallet finner vi mer detaljerte avbildninger, deriblant i bøkene til den franske møbelsnekkeren Roubo. Plansjetegningene viser blant annet diverse høvler med og uten profiler og forskjellige rasper, både rette og buete som kan ha vært brukt. Hans bøker er en god kilde, men er over 100 år eldre enn trappen i Rosendal så det kan ikke vites om samme verktøy ble benyttet på Baroniet.

Befaringen på Baroniet avdekket først og fremst oppgangssagde materialer som har spor etter omfattende bruk av høvel og øks. Befaringen ga altså lite informasjon om annet verktøy som kan ha vært brukt. Verktøyet som til sist ble benyttet for å bygge kopien, ble dermed avgjort delvis ut fra litteratur, logisk tankegang og til slutt verktøysporene gransket på originalen. Av høvlene som ble brukt måtte noen av de lages før trappen kunne ferdigstilles.

En av forfatterne hadde anledning til å få veiledning i høvelmaking av Jarle Hugstmyr, rådgiver i Norsk håndverksinstitutt og spesialist i høvelmaking. Utfordringen var å lage en høvel som både kan høvle en profil i bue på det horisontale planet og i vridning. En annen funksjon høvelen måtte oppfylle var at det går an å høvle i begge retninger siden fiberretningen i midten av et buet emne skifter, både på innsiden og på utsiden. Det fantes ingen høvel å ta utgangspunkt i. Heller ikke plansjetegningene til Roubo kunne vise en slik høvel. Resultatet ble derfor to høvler med kort buet sole og håndtak i hver ende. En til hulkilen og en til kvartstaffrundingen. Begge fungerte til formålet, både til håndrekken på yttersiden og på spindelen. Utforming og bruk av høvler til buete håndrekker kunne vært et interessant forskningsprosjekt i fremtiden.

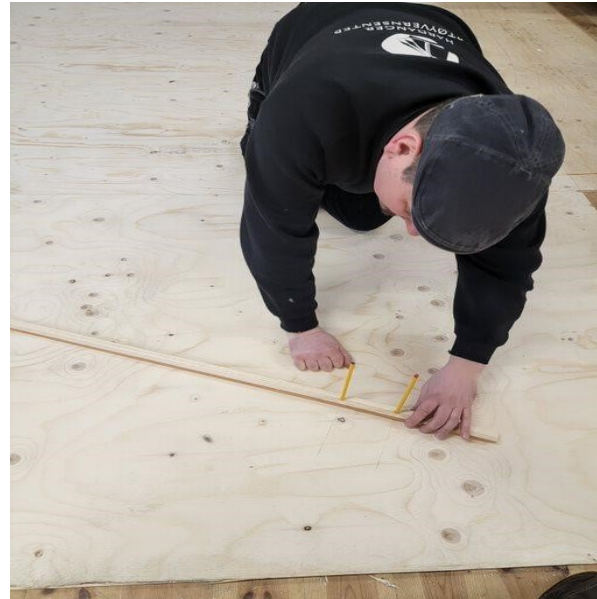
Annet verktøy som ble brukt er blant annet forskjellige måle og merkeverktøy, som stikkpasser, tommestokk og vinkel. Når mye material måtte fjernes kom forskjellige økser i bruk. Her kan det nevnes snekkerøks, bile, skarvøks (en øks med tverrstilt egg) og teksle (skarvøks med kort skaft). Til utforming av profilene, av blant annet hulspindelen, brukte forfatterne rasper, profilhøvler og skulpjern. Og til slutt finpussing med stikkøks (et langt og stort stemjern), høvel og sikling.



Bilde 19: Forskjellige verktøy som ble brukt. Nederst til venstre er to av høvlene som ble laget under samlingen med Jarle Hugstmyr.

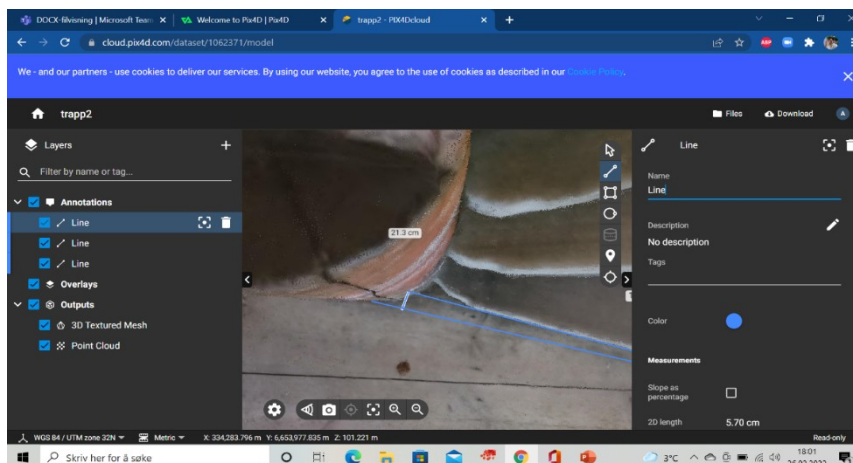
4.3. Oppslaget på gulvet

Metoden starter med å tegne opp trappen sett fra et fugleperspektiv, altså et grunnriss av trappen. Trappen tegnes opp i full målestokk. Det første som gjøres er å bestemme et senterpunkt for innervangen/søylen og avsette dens radius på oppslaget med en passer. Ut fra senterpunktet til søylen avsettes radien til yttervangens innside og utside med hjelp av en lekt som får funksjonen til en passer. Ytervangens radius er $66 \frac{1}{2}$ " (1742 mm) og passere lages ikke så store. Lekten festes med en spiker i senterpunktet, og 2 blyanter plasseres i motsatt ende av lekten med en avstand mellom seg som tilsvarer vangens tykkelse.



Bilde 20: En av forfatterne bruker her en lekt som en passer, til å avsette yttervangens radius. Både vangens innerkant og ytterkant avsettes samtidig.

Det er noe spesielt med grunnrisset til trappen på Baroniet. Ingen av linjene som danner fram- og bakkant av trinnene tar utgangspunkt i senteret til søylen. For å kunne konstruere framkanten av første trinn, måtte det lages en tangent på søylen som fungerer som hjelpelinje. Og fra hjelpelinjen må det avsettes et punkt som startpunkt ved spindelen. Allerede på dette stadiet, når startpunktet til første inntrinn skulle bestemmes, ble fotogrammetrien tatt i bruk for første gang. Det viste seg at dette viktige målet hadde blitt glemt å notere ned. Med hjelp av appen PIX4Dcatch kunne det måles hvor første trinn startet på søylen og det videre arbeidet kunne fortsette.



Bilde 21: Med hjelp av modellen fra mobilscanningen var det mulig å finne startpunktet til første trinnet på spindelen. Et viktig mål som ikke ble skrevet ned.

Når førstetrinns framkant er definert kan bakkanten avsettes med en stiplet strek. Denne streken stiples fordi trinnets sanne dybde er skjult sett ovenfra i grunnrisset, men linjen må likevel avsettes da denne gir grunnlaget for trinnets sanne bredde og dette må vites når trinnet skal utarbeides.

Videre blir inntrinnet tegnet opp. Denne linjen danner framkanten av andre trinnet. Herifra blir det samme prosess med å streke opp trinndybden og inntrinn. Og denne prosessen blir så gjentatt til alle trinnene er ferdig merket hele veien opp.

Da original trappens inntrinn varierer fra trinn til trinn, er dette en indikator på at «lektemetoden» har vært benyttet når original trappen opprinnelig ble slått opp. Dette betyr at lekter som representerer trinnene legges ut på grunnrisset, og med øyemål bestemmes inntrinnenes dybde og plassering i trappen. (Wolf, 1911, s. 2) Metoden er rask og effektiv, og er tidsbesparende når det gjelder å måle opp og matematisk regne ut nøyaktig hvert inntrinn. Metoden sikrer også en mest mulig harmonisk inndeling av trinnene på oppslagsplanen uten bruk av matematikk.

Siden forfatterne skal kopiere original trappen, ble grunnrisset konstruert med hjelp av målene fra originalen. Dermed ble ikke lektemetoden benyttet, men for å bedre forstå metoden som opprinnelig har vært benyttet har forfatterne lagt med et bilde som viser grunnprinsippet til lektemetoden.



Bilde 22: Bildet viser lektemetoden som forfatterne mener har vært benyttet. Lekter som representerer trinnene, legges ut på grunnrisset og med øyemål bestemmes plassering og dybden til inntrinnene. Metoden er rask og effektiv og har spart snekkeren for en del arbeid og matematiske utregninger i opptegningen av original trappen.

Når alle trinnene var tegnet opp, ble distansekurven (se kapittel om fagterminologi) tegnet over på grunnrisset. Det ble benyttet en mal av kryssfiner der konturene ble enkelt overført til tegningen. Distansekurven til trinnene har som funksjon at man automatisk søker seg lengre inn i trappen når man går nedover. Distansekurven er altså ikke bare et dekorativt element, den har også en sikkerhetsfunksjon. (Mielke, 1966, s. 41)

Med dette var oppslaget ferdig og kunne brukes som utgangspunkt for det videre arbeidet.



Bilde 23: Malene som ble brukt til å overføre distansekurven. Malen tar utgangspunkt i kurven til trinn 4 på originaltrappa.



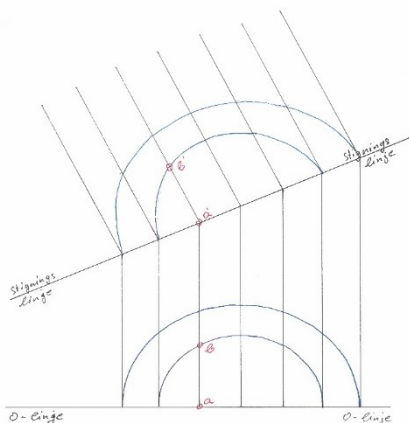
Bilde 24: Ferdig utformet distansekurve.

4.4. Vangens stigningsvinkel og skråprosjeksjon av yttervangen



Bilde 25: Her vises prinsippet med å finne stigningsvinkelen. En rettvinklet trekant med trinnenes inntrinn og oppriss mål, brukes på en hjelpe linje og tegnes rundt.

trinnene tegnet av. Etterpå måles bestikket vinkelrett ut fra trinnesen. En linje trekkes mellom punktene. Denne linjen er overkanten på yttervangen. Trappens stigningsvinkel er vinkelen mellom gulvet og overkant vange (se bildet i kapittel 1.5.).



Bilde 26: Prinsippskisse skråprosjeksjon

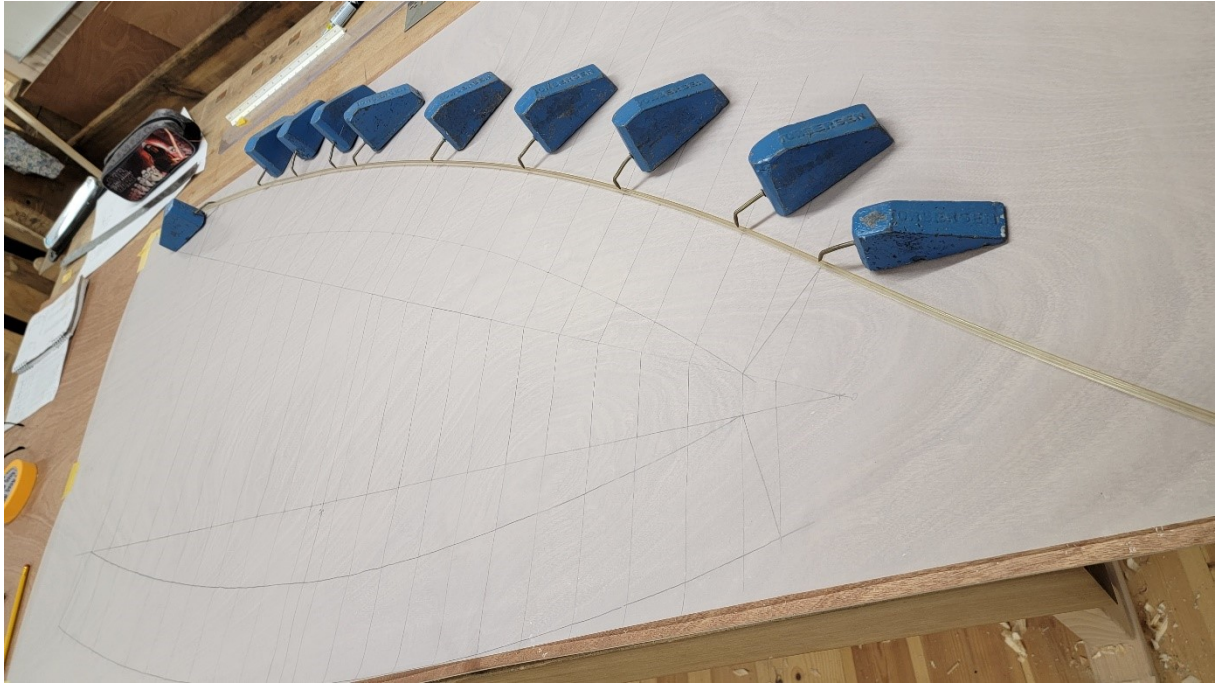
gjennom at hver avstand fra 0-linjen til vangen avsettes på samme linje som går ut fra stigningsvinkel linjen. (avstand $a-b$ er lik avstand $a-b$) Prosessen gjentas på alle linjer som går gjennom vangen og man kan da streke opp mellom punktene. Konturen av vangers sanne lengde og radius er nå gitt.

Tegningen av vangen blir så overført til en mal (gris) av kryssfiner og selve snekringen av trappen kan nå ta til.

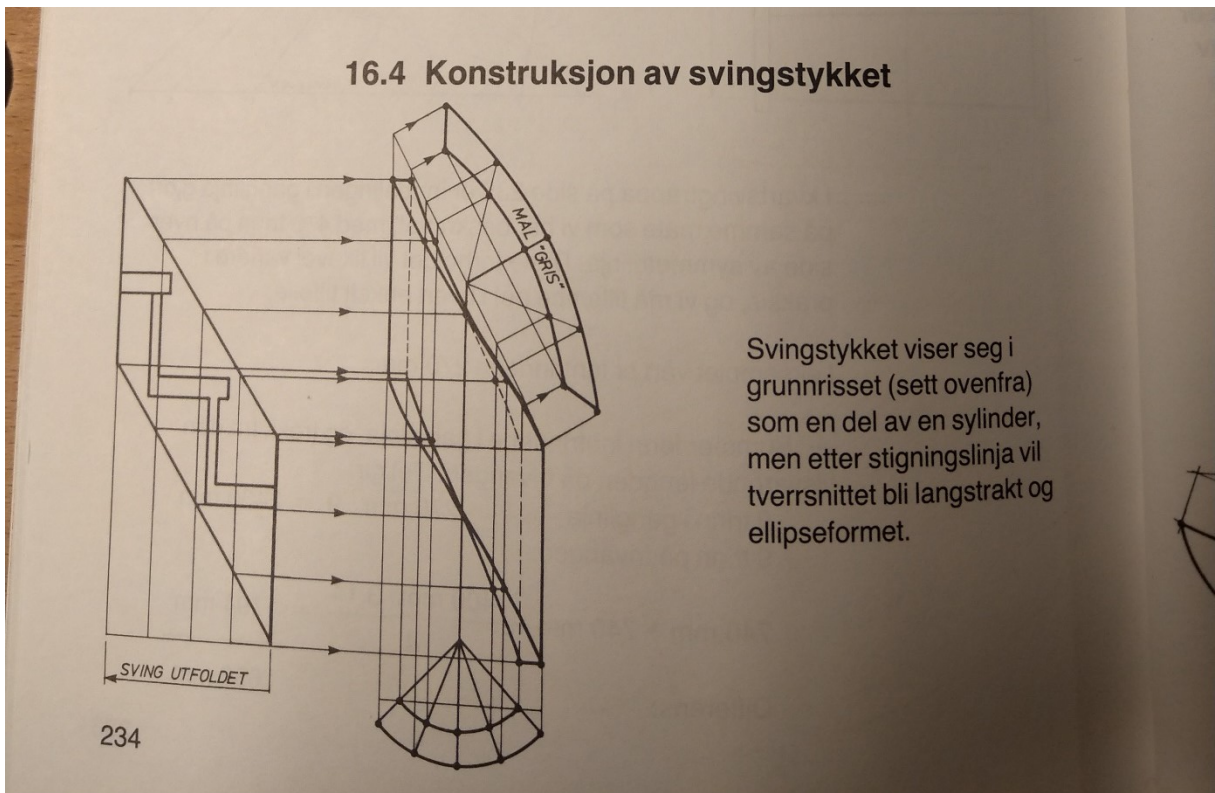
Før yttervangen kan utarbeides må vangen skråprojiseres over til emnet. For å få dette til må stigningsvinkelen til vangen avklares først. Dette gjøres gjennom å tegne opp den buete yttervangen slik som om den hadde vært en rett utstrakt vange. Denne metoden er omtalt i fagterminologien som en utbretting eller utfolding av radiens sanne lengde (Viestad, 2016, s. 23).

Vangen tegnes da opp i sideriss med hjelp av en rettvinklet mal. På denne malen er opptrinn og inntrinn tegnet av. På en hjelpelinje blir så alle

Når stigningsvinkelen er avgjort, må vangers sanne lengde og radius bestemmes. Dette gjøres med såkalt skråprosjeksjon. Metoden går ut på at en gitt lengde av vangers radius overføres fra grunnrisset til en ny tegning. På denne blir en linje trukket gjennom vangers ytterpunkter. Linjen kalles for ordens skyld for 0-linjen. Ut fra 0-linjen avsettes vangers stigningsvinkel. Vangen deles så opp i et gitt antall linjer. Disse linjene blir vinklet 90 grader ut fra 0-linjen. Disse linjene vinkles så ut fra linjen som indikerer stigningsvinkelen. Skråprosjeksjonen utføres



Bilde 27: Bildet viser hvordan skråprojeksjon utføres i praksis. Legg merke til linjene, som vangen fra grunnrisset deles opp i. Disse linjene overføres til stigningsvinkelen for å finne vangenens sanne lengde og radius.



Bilde 28: Slik forklares skråprojeksjon i læreboken, malen som lages kalles her for «gris».

Kilde: "Yrkeslære for snekkere bind 8 - Byggsnekring" av Henry Brinchmann m.fl.

4.5. En vange skapes

Siden det ikke var emner store nok til å utarbeide hele vangen i et stykke, ble vangen delt opp i 3 deler. Lengden på vangedelene tilsvarte da lengden på grisen utarbeidet i skråprosjeksjonen. Denne malen tilsvarte igjen lengden til originaltrappens første vangedel, men andre vangedel på originalen var for stor i.h.t materialene som var tilgjengelig, og måtte derfor deles i 2 deler under forsøket. Tre emner med dimensjon på 250x400 mm i tverrsnitt ble utgangspunktet.

Det måtte lages en til mal. Denne er like bred og lang som vangen. Hver ende er kappet med samme grad som stigningsvinkelen. Med hjelp av denne malen og grisen ble omrissene til vangen overført til emnet.



Bilde 29: Vangens yttermål ble overført til emne med hjelp av grisen.

De første verktøyene som brukes i produksjonen av vangene er sag og skarvøks. Det sages deretter en mengde hakk på både vrang og rettside av emnet ned til omrisset for vangen. Tradisjonelt ble skarvøks benyttet når buer skulle utarbeides, og det blir det også her. Øksen er utformet med en hammer på baksiden av hodet. Hammeren slår effektivt vekk veden mellom sagsnittene. Det er best å bearbeide vangens innside først, da vangen ellers vil ligge og vippe når innsiden skal tas. Emnet med vangens innside legges altså opp først, og når grovarbeidet er unnagjort brukes skarvøksens egg side til å hugge seg inn til streken. Etter skarvøksten bruker man en sletthøvel med buet såle til å sletthøvel overflaten. Helt til slutt tas en buet pusshøvel i bruk for å finhøvel overflaten.

Hele prosessen gjentas så på vangen uteside. Til høvling på utsiden er det ikke nødvendig med konkav høvelsåle, det fungerer fint med rett såle. Snittegningen av vangen brettes så ut på vangen innside med bestikklinjen parallell med emnets kantside. Trappens opptrinn, inntrinn, trinndybde og trinnets profil kan nå merkes over med en syl og punktene forbindes med blyant. De oppmerkete trinnene stemmes ut med stemjern og profilen lages med skulpjern.

Det må påpekes at tappene og tapphullets dybde ikke kunne fastslås med bruken av fotogrammetri og måtte måles manuelt. Dette skyldes at tapp og tapphull er skjult fra synsfeltet, og det er derfor umulig å synliggjøre dem med fotogrammetri, med mindre hele trappen plukkes ned og demonteres.

For å finne rett plassering av trinnene på vangedel 2, måtte vangen settes opp. Det var lettere sagt enn gjort. Med hjelp av en vinkelmåler måtte vangen settes i rett vinkel. Samtidig måtte de ligge i rette buen. Når vangen var plassert ble første trinn overført med stikkpasser og vater. Nå kunne man lett tegne av resten av trinnene.



Bilde 30: Vangene utarbeides med skarvøks.



Bilde 31: Høvel med konvex såle ble brukt til finpussing.



Bilde 32: På yttersiden ble det brukt høvel med rett såle.



Bilde 33: Tegningen fra utfoldingsprosessen ble brukt til å overføre trinnene til emnet. Dette var en rask og effektiv metode som ikke er helt 1600 talls. Forfatterne antar at det opprinnelig er brukt tynne sinkplater til denne overførselen.



Bilde 34, 35 og 36: Her pågår prosessen med å overføre trinnet fra den ene vangedelen til den neste. Utfordringen var å finne rette plassering til trinnet på neste vange. Ikke bare i høyden, men også i trinndybden. Snekkere i 1665 hadde ikke samme problemet, fordi de kunne tilpasse trinndybden i etterkant, mens forfatterne var låst til original trappens trinndybde.

4.6. Trinnene og stusstrinnene lages

På undersiden av originaltrinnene finner man spor etter oppgangssag. Dette har ikke snekkeren sett på som nødvendig å høvle vekk, og denne detaljen ønsket forfatterne å videreføre til kopien for å opprettholde graden av autenticitet.

Det er verdt å få med seg at disse verktøysporene kunne ikke ha blitt avdekket med bruken av fotogrammetri alene, og måtte fysisk observeres under oppmålingsprosessen for å kunne bli registrert. At disse detaljene ikke fanges opp skyldes da først og fremst fotogrammetriens begrensinger. Skulle alle små detaljene fanges opp, er det nødvendig med flere hundre bilder ekstra. Dette vil føre til at modellen blir en enorm stor fil med flere titalls Gigabyte. Desto større modellen er, desto kraftigere maskinvare må man bruke. For å unngå dette er eneste alternativ færre bilder og matching-points. Men dette gjør at nærbilder av modellen blir uskarpe og pikslene utydelige.

Det ble valgt ut oppgangssagde materialer som ble avrettet og dimensjonert på tradisjonelt vis, med bruk av forskjellige høvler. Rettsiden ble valgt som overside av trinnet og på vrangsidene ble noen av de autentiske sporene etter oppgangs saken altså beholdt i tråd med originalen.



Bilde 37: Det ble brukt selvlaget hudlim for å lime trinnene.

Når avrettingen og dimensjoneringen var utført, måtte trinnene limes sammen for å oppnå tilstrekkelig bredde. Kantene ble da høvlet over med en tannhøvel. Dette er en høvel med rettstilt høveltann med små tenner istedenfor slipt egg. Dette gjøres fordi animalsk lim trenger en ru overflate for å få nok heft. Deretter ble trinnene limt sammen med tradisjonell hudlim som ble tilvirket i verkstedet. Limet påføres varmt, og man har begrenset åpentid for å sette emnene i press.

Trinnene ble så lagt ned på oppslaget på gulvet og trinnets form ble overført til emnet. Trinnet ble skjært ut og sagsporene på framkanten ble fjernet med pusshøvel og profilen ble høvlet.

Neste steg var at distansekurvens kontur overføres på begge sider av emnet med samme mal som brukt i oppslaget, og utarbeidedes med sag og stemjern.

På original trappen ble det konstatert at distansekurvens utforming på trinnene er ganske så ulike fra hverandre, noe som tyder på at dette er gjort helt på øyemål uten bruk av en mal for oppmerking. At ting er mer eller mindre utarbeidet på øyemål, er noe som går igjen på hele trappens utforming. Disse øyemål detaljene er ikke synlig med mindre man tar seg tid og studerer det helt på nært hold. Dette kan være vanskelig å fange opp med bruken av en 3D-modell på en PC-skjerm eller dokumentere på en tegning i målestokk 1:200.

Til slutt blir stusstrinnene produsert. Disse blir først avrettet og dimensjonert før stusstrinnene får en profilert kant på baksiden, bestående av samme profil som finnes på trinnesen.

Forfatterne hadde problemer med å finne profilens nøyaktige utforming med bruken av 3D modellen alene. Det skyldes at modellen blir for «grovpikslete» når man zoomer inn. I tillegg er målefunksjonene i Cloudcompare ikke god nok til å ta ut alle nødvendige mål. Her er en profilkamm mye enklere og raskere i bruk enn moderne teknologi.



Bilde 38: Her kappes trinnet med tilsvarende sag som forfatterne mener kan ha blitt brukt.



Bilde 39: Profilkamm er et nyttig verktøy som er både rimelig i anskaffelse og lett å ta i bruk. Med hjelp av dette verktøyet var det lett å finne ut at profilen var brukt flere steder, bla på. trinnese, meglerbordet, vangens underkant og dekklist. Samme profil var også ved inngangsdøren. Det kan tyde på at døren og trappen ble produsert i samme snekkeri.

4.7. Spindelen tar form

Spindelen er neste steg på veien mot en kopi og et egnet emne var ikke lett å oppdrive, da det trengtes et tverrsnitt på hele 42 cm i toppen. Som et resultat av at disse dimensjonene var vanskelig å finne, ble det levert en stokk som kan betegnes som heller dårlig kvalitet med margsprekk og mye grov kvist. Som et lite plaster på såret var denne stokken faktisk av samme treslag som original trappen, nemlig eik. For å forme stokken rund måtte den først formes til et kvadrat, så til en 8-kant, en 16-kant og til slutt høvles rund. Siden stokken var såpass full av grove kvister og dimensjonene såpass store og tiden knapp, ble det besluttet å ta i bruk motorsag til å skjære ut hakkene til skåringen.



Bilde 40: Spindelens radius blir markert i endeveden.

Stokken legges opp og spindelens diameter avsettes i endeveden. Det merkes deretter et kvadrat i skjæringspunktene til sirkelen. Linjene til kvadratet blir loddet og vatret. Så blir stokken snorslått og skårehakk skjæres ut med ca 20- 30 cm avstand. Veden mellom skårene blir deretter slått vekk med en øks. Når dette er gjort brukes en ryerbile til å slett hugge langs streken.

Når stokken er formet kvadratisk må den formes videre til en 8-kant. Det avsettes punkter inn på kvadratet fra hver ende som er 1/5 del av kvadratlinjens totale lengde, og punktene forbindes med en strek. Det snorslås på nytt og samme prosess gjentas. Når stokken er formet 8-kantet merkes det ¼ del inn på 8-kants

linjene. Punktene forbindes og snorslås. Det er nå så lite ved som gjenstår at man kan gå rett på med ryerbilen en siste runde.



Bilde 41: Det var et grovt emne med store kvister som skulle bearbejdes. For å lette på arbeidet ble motorsag brukt til å skjære hakk.



Bilde 42: Det å få emnet kvadratisk var den tyngste jobben. På bildet ser vi ryerbilen som ble brukt under prosessen.



Bilde 43: Fra 4-kant gikk det over til 8-kant.



Bilde 44: Og til slutt fra 8-kant til 16-kant.

Når stokken nå er 16-kantet brukes først en skrubbhøvel til å fjerne øksesporene. En rubank brukes deretter til å høvle over alle 16 flater for å avrette små høydeforskjeller som måtte gjenstå. Når dette er gjort så høvles de skarpe kantene mellom flatene ut med en pusshøvel. Etter en del runder frem og tilbake med pusshøvelen er spindelen nå tilnærmet rund og har samme diameter i topp som rot.

Når spindelen er ferdig formet, kan trinnenenes plassering merkes av på den. Spindelen plasseres da over grunnrisset av trappen, og linjene for trinnenenes plassering loddres direkte over på den. For hver loddlinje må opptrinns høyden avsettes ut fra målene. Strekene forbindes og først brukes en tverrvedsag for å sage langs konturen, før fordypningen til trinnene tappes ut med et stemjern. Stusstrinnene skal også ha en fordypning i spindelen, der de felles inn på baksiden av trinnene. Det avsettes da en vinkelrett strek fra opptrinn til opptrinn og stusstrinnets tykkelse merkes. Også her fjernes veden best med bruken av et stemjern.



Bilde 45: Selv etter det var fjernet en god del material, måtte 6 mann til for å bære stokken inn på verkstedet.



Bilde 46: Til slutt formes spindelen rund med rubank (en lang høvel)



Bilde 47: Etter at spindelen var formet, ble den behandlet med flere strøk klarlakk. Dette skal forhindre at veden tørker for rask og sprekker.

Tapphullets og stusstrinnets dybde er funnet med manuell oppmåling og nedtegnet på grunnrisset. Som påpekt tidligere i avsnitt 4.5, er dette målet umulig å avgjøre med bruken av fotogrammetri alene, da trappen i så fall eventuelt må demonteres. Målet kunne derfor kun fastslås med manuell befaring og oppmåling på stedet.



Bilde 48: Trinnene blir felt inn i spindelen



Bilde 49: Etterpå ble spindelen satt tilbake på oppslaget. For at trappen kan settes opp rundt den.



Bilde 50: Stusstrinnene er bare så vidt felt inn i spindelen

4.8. Delene settes sammen

Alle deler prøves nå om de passer sammen og belønningen for mange timers slit kan endelig synliggjøres. Kopien blir satt sammen over tegningen av grunnrisset. Dette gjøres for å konstatere at trappens deler treffer med lodd til tegningens omriss, og for at sammensettingen skal bli nøyaktig i henhold til oppslaget på gulvet. Spindelen plasseres ut først og trinnene og vangene blir montert hver for seg stegvis opp over. Trinnene og vangene må under hele prosessen understøttes for å ikke falle ned. Slag med slegge og bruk av jekkestropp var nødvendig for få trappens deler presset helt sammen, og forfatterne tar av seg hatten for snekkerne som har slitt med monteringen av original trappen.



Bilde 51: Trinn for trinn ble trappen satt sammen over grunnrisset.



Bilde 52: Stropper måtte til for å tvinge trappen sammen.

Når alle trinnene og vangene var på plass måtte sammenføyningene mellom vangene meddrages på nytt da forfatterne ikke var fornøyd med skjøten mellom vangene. Når sammenføyningen var godkjent, ble vangene skrudd fast i hverandre. Originalen er spikret, men siden kopien skal tas ned igjen ble skruer brukt.



Bilde 53: Vangens skøyter måtte justeres på nytt



Bilde 54: Hele tiden ble delene justert etter oppslaget.



Bilde 55: Så måtte vangens overkant høvles i plan.

Detaljen der sammenføyninger til vanger er festet med spiker kan være vanskelig å fange opp med bruken av fotogrammetri, og kan lett overses med mindre det observeres under manuell dokumentasjon og oppmåling. Dette skyldes først og fremst at det er vanskelig å fotografere baksiden av trappen hvor denne ligger nesten helt inntil veggen. Dette området av trappen havner dermed i en blindsoner og blir derfor mangelfullt generert i 3D-modellen.

Når trappen var satt sammen og sikret, måtte toppene av ytervangene jevnes ut i forhold til hverandre da de ligger vridd i planet. Dette ble gjort med en skrubbe og pusshøvel. Utgangspunktet er vangenens høyeste punkter og disse høvles ned til hele vangen har en plan, men vridd overflate til hverandre. Når dette var gjort kunne stusstrinnene kappes på lengde, prøves, justeres og til slutt monteres, også disse ble skrudd fast.



Bilde 56: Første milepæl var nådd etter 4 uker med hardt arbeid.

4.9. Spindelens vridning og håndrekke

En av de mest markante detaljene med hele trappa er spindelens vridde dekorative utforming. I litteraturen finner vi forskjellige benevnelser for en slik spindel. Den mest brukte er hulspindel (Hohlspindel på tysk). Slike hulspindeltrapper finner vi spredt over store deler av Europa og mange av dem er godt dokumentert. I den tidligere nevnte boken til Tieleman van der Horst gis det en utførlig beskrivelse av fremgangsmåten med å lage en hulspindel i kapittel 23. Navnet hulspindel blir brukt, fordi ved de fleste trappene ble spindelens kjerne, selve marginen av trestammen boret ut med en kraftig bor. Trappesnekkerne lærte denne teknikken sannsynligvis fra vannrørmakerne, som brukte en slags maskin til å produsere vannrør ut av trestammer (Mielke, 2008, s. 16)

Selve fremgangsmåten som er beskrevet i faglitteraturen var nyttig lesing, men for å kunne lage en kopi av søylen i Rosendal var forfatterne nødt til å ta i bruk dokumentasjonen. Selve profilen ble tegnet av på toppen av søylen med bruken av en mal. Men alle andre mål skulle finnes med hjelp av 3d modellen.



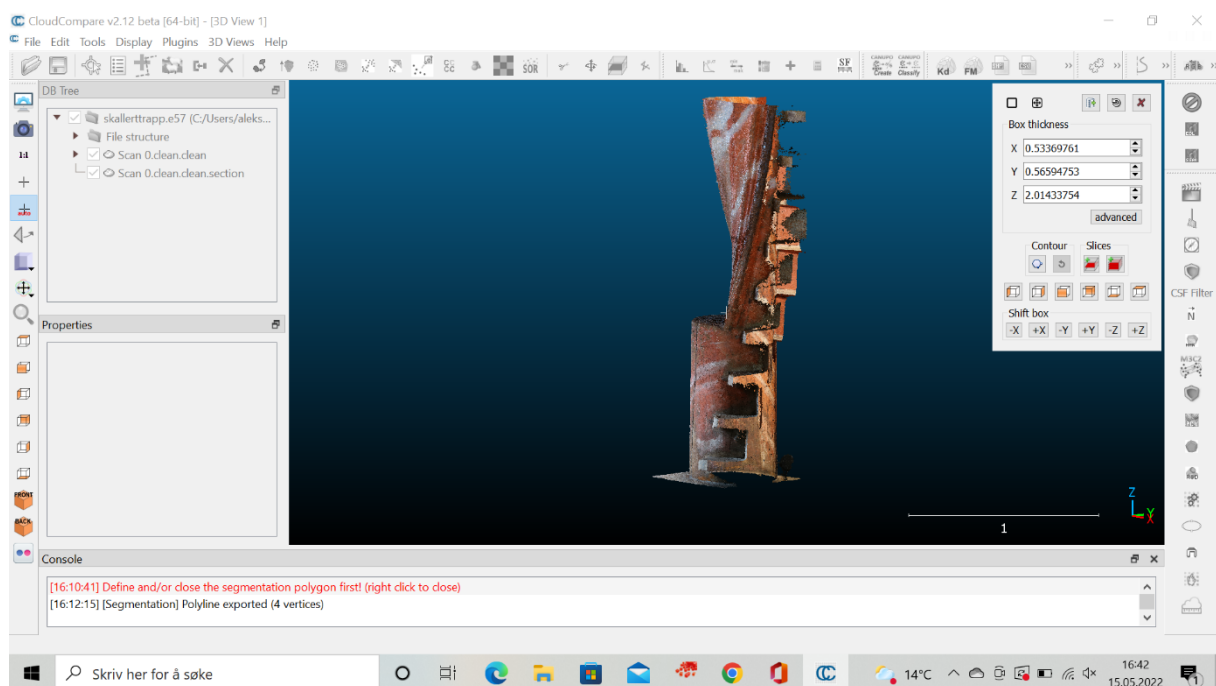
Bilde 57: Med hjelp av den digitale 3D-modellen ble handrekkens plassering på spindelen avgjort.



Bilde 58: Spindelens profil ble tegnet av på toppen med hjelp av en papirmal.

For å finne plasseringen til håndrekken ble det målt vann- og loddrett ut fra trinnkantene inn til håndrekken. Denne metoden avslørte en stor svakhet med måleverktøyet i programmet Cloudcompare. Det er så å si umulig å måle i bue, fordi med måleverktøyet i Cloudcompare er det kun mulig å måle distansen mellom 2 punkter. Også det å finne rett punkt i en buet kant eller overflate er et nervepirrende og tidskrevende arbeid. Punktene som ble funnet skulle danne en jevn stigning som følger framkanten av trinnene. Med hjelp av en rei (en tynn bøyeelig list i tre) ble stigningskurven tegnet på spindelen, og for å få en jevn stigning måtte en del justeringer til. Sluttresultatet hadde noen plasser et avvik på 15mm i forhold til målingen i Cloudcompare.

Neste steg var å tegne av profilen på toppen av spindelen. Det var forholdsvis lett å tegne profilen i 1:1 målestokk på trappa i Rosendal siden toppen var fritt tilgjengelig og man kunne bare legge et papirark på, og tegne av profilen. Det å tegne av et så innviklet profil med profilkamm hadde vært mulig, men tidskrevende og faren for feiltolkning kan være stor. Her har vi derimot en av de sterke sidene med Cloudcompare. Det er forholdsvis lett å ta snitt av profilene og lagre som egen fil. Profilen kan så overføres til andre programmer som for eksempel AutoCAD eller skrives ut. I det store og hele viste det seg at det å jobbe i snitt er også den enkleste metoden for å ta ut nødvendige mål.



Bilde 59: En nyttig funksjon i Cloudcompare er segmentering. Det er lett å lage en egen modell kun av det segmentet man ønsker å jobbe med. Det gjør arbeidet mer oversiktlig.

Etter at første linjen var plassert, måtte man lage en tilsvarende linje, parallelt på motsatt side. Det ble brukt et enkelt meddragsverktøy i kryssfiner til dette, som ble laget ekstra for dette formålet. Disse to linjene pluss profilen på toppen var alt som trengtes for å utforme spindelen.

Først ble det saget inn til linjene. Til dette var det hensiktsmessig med en tomanns-sag. Med en snekkerøks og høvel ble det så skapt en flat men vridd flate. Sagsnittene tjente som referansepunkter. Allerede her viste det seg at det å ha søylen stående under bearbeiding var en stor tabbe. Spesielt siden med håndrekken og flest profil måtte økses og høvles fra nedenfra oppover for å ikke jobbe mot fiberretningen og risikere store utrivninger. Arbeidet hadde vært en god del lettere hvis søylen hadde ligget stabilt på gulvet.

Etter at referanse flaten var utformet ble det tegnet av hjelpelinjer, alltid parallelt til utkanten. Med hjelp av skulpjern, teksle og profilhøvel ble så søylen formet. Det viste seg at de konvekse og konkave kurvene hadde samme radius som handrekken på yttervangen. Dette kan indikere at det ble brukt samme høvlene på begge jobbene.



Bilde 60: Etter at det var skjært inn med to-mannssvans ble veden fjernet med snekkerøks.



Bilde 61: Det ble streket opp hjelpelinjer fra sentrale punkt ved profilen. Det var tydelig at tommer var brukt under oppmerkingen, fordi alle viktige mål gikk opp i hele eller halve tommer.



Bilde 62: Steg for steg ble spindelens profil utarbeidet.



Bilde 63: Skulpjern og profilhøvler ble brukt under arbeidet. Det viste seg at samme høvler som ble brukt under framstilling av håndrekken kunne brukes ved spindelen.



Bilde 64: Med tid og stund var profilen ferdig.



Bilde 65: Siste finishen ble gjort med sikling og til slutt ble spindelen bonet med selvlaget voks, slik den var i 1665.

4.10. Balustre dreies og monteres

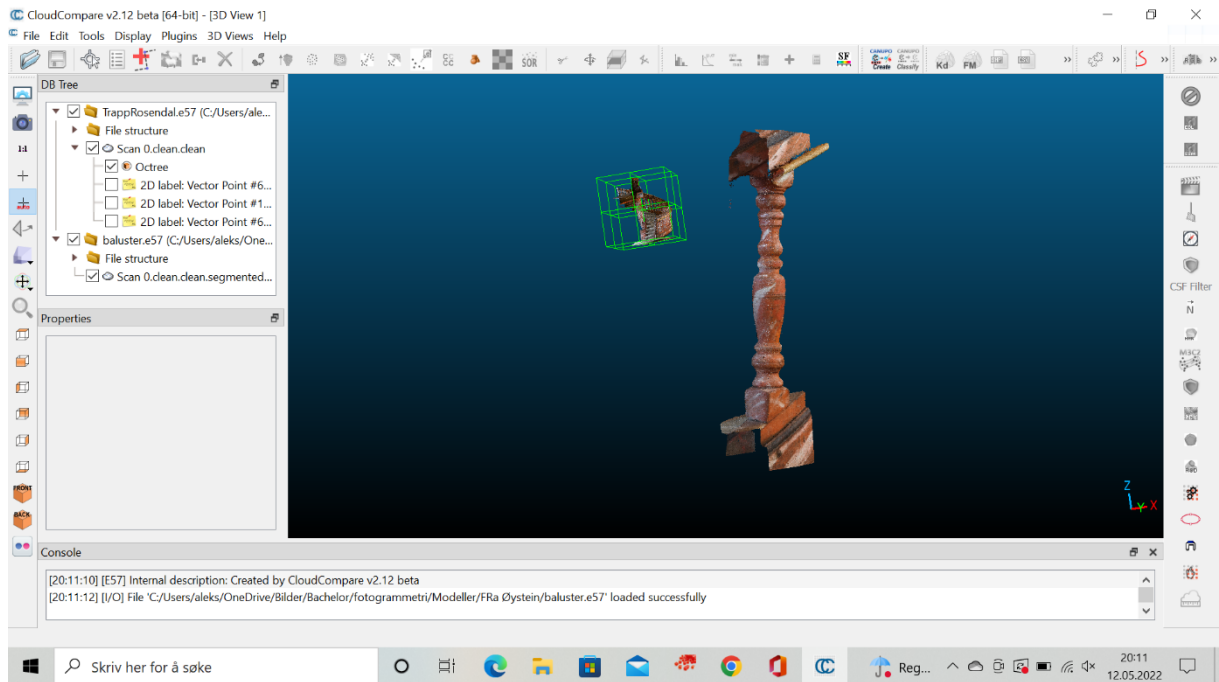
Trappens gelender er på et vis veldig spesiell. Vanligvis begynner et frittstående gelender med en kraftig søyle, en såkalt meglar. Megleren er ofte forbundet med vangen og festet godt i gulvet eller med første trinn, og gir trappegelenderen den nødvendige støtten og stivhet. Denne meglaren mangler i Rosendal. Om den ble fjernet eller om den aldri har eksistert er ikke kjent. Kanskje trodde snekkeren at det å tappe balustrene dypt inn i vangen og håndrekke vil gi nok stivhet. Det var ikke vanlig å tappe inn balustere, de var ofte bare festet med spiker eller nagler (Grantz, 1929, s. 14). Men uansett virker trappen i Rosendal ikke komplett uten meglar.

Balustrene er tredelt, en terningformet kloss oppe og nede pluss ett dreid mellomstykke. Den dreide delen følger et klassisk mønster med abakus og echinus i toppen og en plinthe (sokkel) som basis. Resten kan beskrives som en asymmetrisk utforming med ringer, kuler og en vase i nedre halvdel (Mielke, 2003, s. 250).

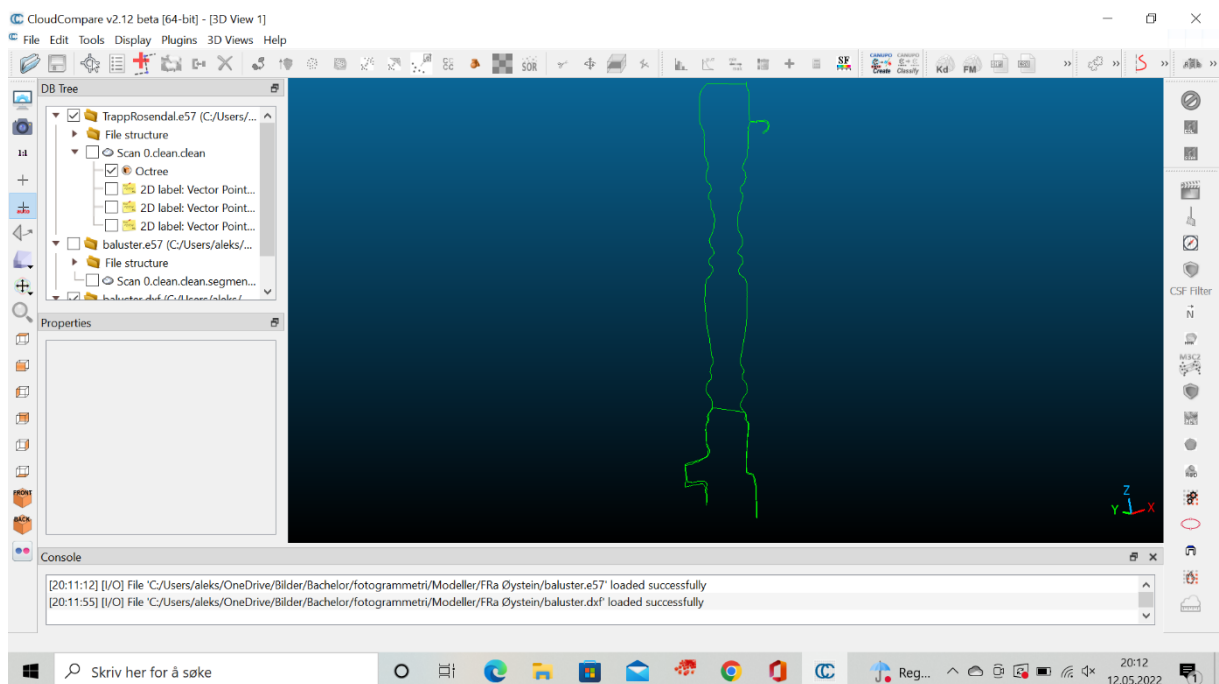
Utfordringen forfatterne møtte med dreiningen av balustrene var at det ikke var tilgang på en lang nok dreiebank. Dette problemet ble løst gjennom å dreie den runde delen og senere lime på de firkantete soklene på toppen og bunnen. Den dreide delen måtte likevel kortes ned 2cm i forhold til originalen. Disse 2cm ble fordelt på de forskjellige elementene i balusteren.

Ved oppmålingen av originalen måtte det velges ut en baluster siden ingen av balustrene var helt like. Antakeligvis ble det dreid en baluster som utgangspunkt og så har dreieren laget de andre balustrene forholdsvis lik ved øyemål. Dette prøvde forfatterne også å etterlikne, noe som er i tråd med en prosessuell autentisk fremgangsmåte. Det må nevnes her at ingen av forfatterne har stor erfaring med tredreing.

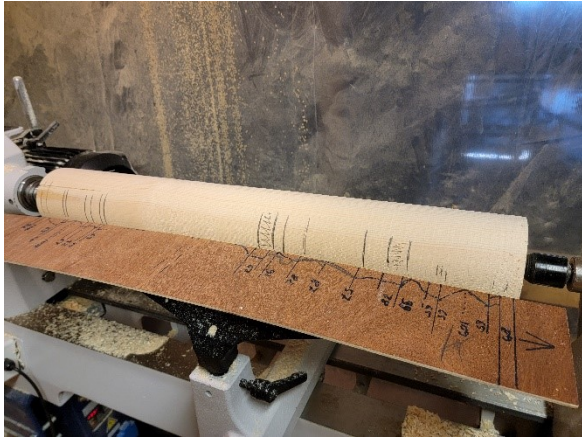
For å få en lettere start ble emnene først laget 16-kantet etter samme metode som søylen. Med et stor skulpjern ble så emnet dreid rundt. Med blyant ble det tegnet av hovedinndelingen. Med hjelp av en stikkmeisel ble dybden markert og etterpå ble kuler, ringer, vasen osv. dreid med hjelp av diverse skulpjern og skråmeisel. Det ble ikke brukt sandpapir til finish. Eventuelle utrivninger ble fjernet med treskjærjern etterpå.



Bilde 66: Også her prøvde forfatterne 3D-modellen ut. En Baluster ble segmentert ut av trappen.



Bilde 67: Etterpå kunne man lage en såkalt polyline. Denne er mulig å bruke i for eksempel AutoCAD. Det er også mulig å skrive ut hvis man har tilgang til stor nok skriver.



Bilde 68: Viktige avstandsmål ble overført med hjelp av en mal.



Bilde 69: Først stikker man seg inn til ønsket dybde.



Bilde 70: så ble figurene formet.



Bilde 71: Så gjentas prosessen 14 ganger.

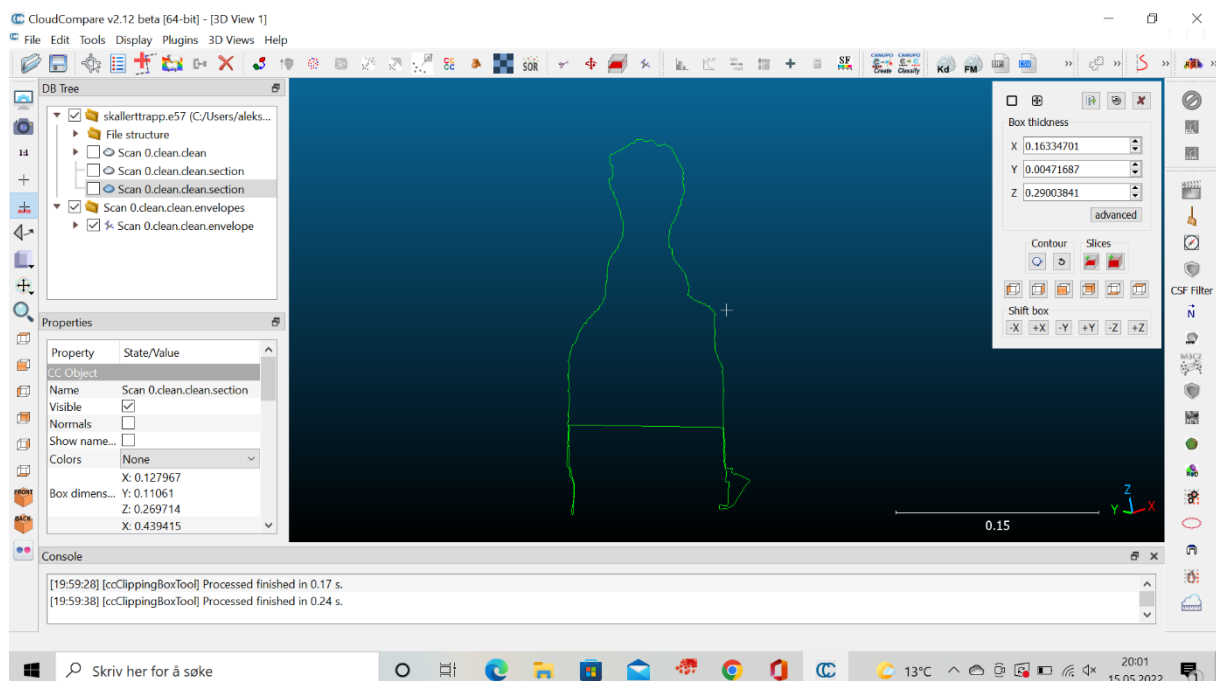


Bilde 72: Balustrene er klar til montering.

4.11. Håndrekken lages

Første steg med å lage håndrekken følger samme oppskrift som yttervangen. Siden håndrekken følger yttervangen, har den samme radius og vi kan bruke samme malen (grisen). Men i motsetning til vangen kan man ikke vente med å utarbeide vridningen før håndrekken er montert. Den må skjæres ut før vi kan tegne på profileringen fordi det er ytterkantene vi trenger som referanse. Selve utformingen er prinsipielt den samme som ved utformingen av håndrekken i spindelen. Det brukes flate referanse flater hvor man kan tegne av hjelpelinjer. Med hjelp av skulpjern og diverse høvler ble så håndrekken formet.

Også her var det forholdsvis lett å finne profilen med hjelp av et papirark som kunne skyves mellom skjøtene på original trappen. Med hjelp av Cloudcompare kan man også finne profilen ut fra 3D modellen. Men denne er ikke like bra. Det at bredden, høyden og profildybden varierer med flere millimeter er heller ikke lett å se på en dataskjerm, men ganske så iøynefallende ved en manuell oppmåling.



Bilde 73: Det å lage en polyline av håndrekken er ikke vanskelig. Men resultatet er ikke like bra som ved manuell oppmåling hvor man kunne tegne profilen rett av. Likevel hadde det vært fullt mulig å rekonstruere håndrekken med hjelp av Cloudcompare. Man må ta flere snitt og sammenligne disse. Hvis man overfører snittet til AutoCAD kan man også retusjere og bearbeide tegningen til ønsket resultat.



Bilde 74: Først må håndrekkens vridning skjæres og høvles.



Bilde 75: Så overføres profilen til endeveden og man tegner hjelpelinjer for å skape referanseflater.



Bilde 76: Når flatene er høvlet streker man opp for plater og hulkiler.



Bilde 77: Høvlene som er laget til denne jobben er utformet slik at man kan høvle både konvekse og konkave profiler med samme høvel.



Bilde 78 og 79: Det oppstår liknende verktøyspor som på original håndrekken, under høvelprosessen.



Bilde 80: Det var en delvis tung og tidkrevende prosess å høvle håndrekken.



Bilde 81: Finishen ble også her utført med sikling.

4.12. Trappen ferdigstilles.

Siste jobben som måtte gjøres var å montere gelenderet og bøye dekklistene rundt vangen og håndrekken. Balustrene ble tappet inn i både vangen og håndrekken. Som tidligere nevnt er dette ikke en særlig utbredd metode når gelender monteres. Under arbeidet forsto forfatterne hvorfor. Det er en svært tidkrevende tilpassingsjobb. Balustrene måtte justeres flere ganger før resultatet var tilfredsstillende. For å dekke over skjøten mellom håndrekke og baluster er det heldigvis festet en dekklist på originalen. Dekklisten langs vangen er 1" tjukk. For å bøye den rundt vangen måtte den dampes først. Etter en time i vanndamp var det mulig å bøye bordet uten at det knakk. Alle delene ble skrudd sammen for å kunne demontere trappen. På originaltrappen ble det brukt spiker.



Bilde 82: Balustrene måtte stemmes inn i både i vangen og håndrekken.



Bilde 83: Med hjelp av stikkpasser ble balustrene tilpasset etter vangen og håndrekken.



Bilde 84: Håndrekken tilpasses.



Bilde 85: Til slutt ble hele gelenderet montert.



Bilde 86: Undersiden av vangen justeres med skarvøks. Resultatet ble litt finere enn ved originalen, hvor det er tydelige øksespor etter tilpassingen.



Bilde 87: Dekklisten langs vangen har samme karnissprofil som finnes flere andre plasser på trappen.



Bilde 88: For å slippe å lage en steamkasse, ble det brukt en steampose. En tapetfjerner på hver ende sørget for nok vanndamp.



Bilde 89: Bordet ble bøyet rundt vangen med posen på. Det i tilfelle det måtte steames mer, noe som viste seg å ikke være nødvendig. Bordet ble holdt på plass med tvinger og kunne avkjøles over natten. Til slutt ble bordet skrudd fast.



Bilde 90: Resultatet av manuell dokumentasjon, supplert med digitale 3D modeller er nå ferdig og resultatet taler for seg selv.

5. Diskusjon

5.1. Utgangspunktet for oppgavens sammensetning

Denne oppgaven hadde som formål å avklare om tilgjengelige, rimelige og gratis digitale hjelpemidler kunne være nyttig i bruk for en håndverker under en dokumentasjons prosess. Oppgaven har da tatt utgangspunkt i målsetningene om å redegjøre for håndverkerens bidrag i dokumentasjonsprosessen med tilgjengelige digitale verktøy, og hvor praktisk det digitale verktøyet er for en utøvende håndverker. Oppgaven skulle også avklare hvor lett forståelige og enkle digitale dokumentasjons metoder var å ta i bruk. Videre skulle oppgaven avklare om den digitale oppmålingen kunne bekreftes med manuell oppmåling og om disse målene kunne brukes praktisk i arbeidet med å snekre en kopi av trappen i Rosendal. Oppgaven skulle også avklare om den digitale oppmålingen kan erstatte tradisjonell oppmåling helt. Ut fra disse målsetningene har følgende problemstilling vært aktuell å få besvart i denne oppgavens utforming.

Kan relativt rimelige og fritt tilgjengelige digitale oppmålingsverktøy gi nok dokumentasjons grunnlag til et prosessuelt autentisk rekonstruksjonsarbeid? Og er disse digitale hjelpemiddelene egnete verktøy for håndverkerens dokumentasjonsarbeid, når en trapp fra 1600 tallet skal kopieres?

5.2. Fordeler med den manuelle dokumentasjonen

Av flere fordeler den manuelle oppmålingen gir kan det nevnes at håndverkeren blir veldig godt kjent med objektet han dokumenterer, siden han hele tiden er fysisk nær det. Denne nærheten gir håndverkeren muligheten til å studere og granske mye med objektet. Dette kombinert med oppmåling på millimeter nivå, kan danne grunnlaget til nøyaktige og presise tegninger. I tillegg til dette er det mulig å studere og dokumentere verktøysporene, noe som er viktig med tanke på en prosessuelt autentisk rekonstruksjon. Det er også relativt lett med bruken av snorer i vater og lodd å dokumentere hvor mye objektet er avviket fra disse, og man kan dermed få nøyaktige tall på avviket. Når man er fysisk til stede, er det også mulig å utelukke de fleste blindsoner man kan få med bruken av fotogrammetri. Målene som trengs for å kunne lage en tegning er også forholdsvis lette å hente ut og det trengs minimalt av teknisk utstyr til denne prosessen. Hvis man kombinerer en tommestokk, en vinkel og en profilkam med penn og papir har man i prinsippet alt som trengs til å kunne dokumentere objektet grundig nok til å kunne gjenskape det i verkstedet.

Et stort pluss med manuell dokumentasjon må også sies, at tegningene er svært holdbare for fremtiden, og kan fortsatt brukes om 100 år, forutsatt at disse er lagret og oppbevart tørt og trygt. Dette i motsetning til digital informasjon der filformater ofte blir utdaterte og utskiftet, og dermed også ubrukelige etter hvert som nye og bedre formater med programmer tar over. Det må også nevnes at tradisjonell dokumentasjon er både svært lett anvendelig og lett forståelig å ta i bruk. I tillegg kan den enkelt kopieres og distribueres til andre håndverkere eller aktuelle fagfolk i forbindelse med for eksempel istandsetting av et kulturminne.

Fordeler oppsummert.

- Man blir godt kjent med objektet man dokumenterer.
- Man kan dokumentere og studere de minste detaljer på millimeter nivå.
- Man kan oppnå nøyaktige og presise tegninger.
- Man kan registrere og dokumentere verktøyspor.
- Avvik ut av lodd og vater kan lett dokumenteres.
- Det oppstår få blindsoner, om noen i det hele.
- Det er forholdsvis lett å finne målene som trengs for å lage en tegning.
- Det trengs minimalt av teknisk utstyr.
- Manuell dokumentasjon trenger minimalt av lagringsplass hvis det lagres digitalt.
- Tegningene er svært varige og kan fortsatt brukes i fremtiden.
- Tegningene er lette å bruke og raske til å lese av nødvendige mål på.
- Tegningene kan lett kopieres og distribueres.

5.3. Ulemper med den manuelle dokumentasjonen

Når det skal nevnes ulemper som den manuelle oppmåling har, er det mest åpenbare tidsbruken. Det kan være en omfattende og svært så tidkrevende prosess å skulle dokumentere og nedtegne hver minste detalj, kontra det å ta bilder og lage en 3D-modell ut av disse. Små og viktige detaljer kan ikke en tegning i målestokk 1:200 fange opp. Man er i så fall avhengig av flere detalj tegninger i målestokk 1:1 og dette er en møysommelig prosess. Et eksempel på en slik detalj ser man i kapittel 3.1 på bilde 4. Hvis alle disse detaljene med trappen skulle dokumenteres, ville det kreve mer tidsbruk enn de 2 dagene forfatterne hadde til rådighet. Også det å lage gode tegninger er ikke noe man kan tilegne seg gjennom Youtube-videoer på noen få helger. Å bli en god tegner trenger mange års trening.

Det er da en ulempe at man er avhengig av fysisk tilgang til objektet, hvis man i ettertid finner ut at tegningene er mangelfulle og mangler essensielle mål. Dette er særs gjeldene hvis objektet er langt vekk, og når man først har reist fra dette må man stole på at dokumentasjonen er nøyaktig og presis nok til den tiltenkte bruken. Eventuelle målefeil er da vanskelige å dobbeltsjekke i motsetning til en lett tilgjengelig 3D-modell.

En stor ulempe med den manuelle dokumentasjon er kanskje forståelsen for andre som skal tolke den. For eksempel for en håndverker som ikke har tilgang til original objektet og kun skal basere seg på andres dokumentasjon og tolkning av original objektet. Dokumentasjonen kan da i verste fall være mangelfull. 2 dagers dokumentasjonsarbeid ga nok grunnlag for forfatterne til å lage en kopi, men det er tvilsomt at det er tilstrekkelig for en utenforstående håndverker som aldri har vært og sett på trappa. Det å lære seg å tegne gode og presise tegninger er en prosess som ikke la seg lære gjennom Youtube-videoer eller et helgekurs. God opplæring og mange års trening må til for å bli en god tegner.

Ulemper oppsummert:

- Omfattende og tidkrevende prosess.
- Det trengs fysisk tilgang til objektet som dokumenteres hvis mål er feil eller mangelfulle.
- Dokumentasjonen kan ikke dobbeltsjekkes uten å reise tilbake.
- Kan være mangelfull for andre enn dokumentøren.
- Man må ha erfaring for å lage presise tegninger

Det er altså flere fordeler enn ulemper når det kommer til manuell oppmåling av et objekt. En manuell oppmåling gir da håndverkeren i prinsippet nok dokumentasjonsgrunnlag til å gjenskape

objektet i ettertid, både prosessuelt og material autentisk om nødvendig. Dette forutsetter da at dokumentasjon er presist og nøyaktig utført. Det er også en velprøvd og tradisjonell metode som de tradisjonelle håndverksfagene gir innsikt og opplæring i. Dette medfører at håndverkeren har både kunnskapen og muligheten til å kunne dokumentere objektet. Ikke bare for seg selv, men også for andre yrkesgrupper som skulle ha behov for den manuelle oppmålingen og dokumentasjonen.

5.4. Fordeler den digitale dokumentasjonen

Den største fordelen med bruken av fotogrammetri, er at det er svært tidsbesparende å dokumentere objektet med kun bruken av bilder alene. Forfatterne brukte rundt 1,5 time til å fotografere hele trappen mot nesten 2 fulle arbeidsdager med den tradisjonelle dokumentasjonen. I en hektisk hverdag, der tid er penger, gjør dette bruken av fotogrammetri til en soleklar favoritt, kontra den svært tidkrevende tradisjonelle oppmålingen.

Håndverkeren trenger i prinsippet bare å investere i en PC og et kamera (mobiltelefoner vil kanskje ta over i fremtiden), begge deler er noe som de fleste håndverkere allerede har tilgang til. Videre er det en fordel at kunnskapen om bruken av fotogrammetri kan læres med tilgjengelige nettbaserte kurs og bruken av gratis Youtube videoer, og dermed er fullt mulig å lære seg. Nødvendig programvare som trengs, kan lastes ned gratis. Dette gjør bruken av fotogrammetri til et svært kostnadseffektivt alternativ for en håndverker.

Bruken av fotogrammetri gir også tilgangen til en avansert 3D-modell som er nok så anvendelig. I denne kan man fritt navigere rundt på alle plan og studere alle tenkelige vinkler. Dette er svært praktisk da trappen er visualisert i 3D perspektivet kontra tradisjonell dokumentasjon som er i 2D, noe som forenkler gjenskapelses prosessen. 3D-Modellen er også gjengitt i korrekt fargesetting, dette er en fordel med tanke på dokumentasjonen av farger og materiell autentisitet. Det er også en fordel at objektet er med deg over alt. Man slipper å reise tilbake til original objektet, hvis mål mangler eller må dobbeltsjekkes, noe forfatterne fikk erfare når oppslaget på gulvet skulle tegnes.

Det er også et stort pluss med teknologien at når 3D-modellen er rett skalert, vil det alltid være mulig å hente presise mål ut. Dette gjør det ideelt til å ta snitt når profiler og andre detaljer skal målsettes. Snittene kan også overføres til andre programmer eller skrives direkte ut på papir. I tillegg er det enklere for andre enn dokumentøren å forstå og tolke objektet, da 3D modellen visualiserer objektet mye bedre enn manuell dokumentasjon.

Fordeler oppsummert:

- Svært tidsbesparende kontra tradisjonell dokumentasjon.
- Kunnskap om bruk, kan tilegnes med rimelige nettbasert kurs eller gratis Youtube videoer.
- Gir tilgang til en avansert 3D-modell som kan studeres i alle plan.
- Gir enkelt dokumentasjons grunnlag til fargesettingen av objektet.
- Trenger ikke reise tilbake til objektet hvis man mangler mål.
- Kan utføres med relativt billig og allment tilgjengelig utstyr.
- Med rett skalering er 3D-modellen alltid 100% presis.
- Snitt av 3D-modellen kan overføres til andre programmer og skrives ut.
- Enklere for andre enn kun dokumentøren å tolke og forstå objektet.

5.5. Ulemper med den digitale dokumentasjonen

Bruken av fotogrammetri er foreløpig ikke helt problemfritt. Det som forfatterne opplevde som mest problematisk var når radien på en bue skulle måles. Det var umulig å finne målet til en radius med bruken av programmet Cloudcompare. Det må presiseres at det vites ikke om dette også er gjeldene for andre mer profesjonelle programvarer. Det er også til tider en frustrerende prosess å hente ut andre mål fra Cloudcompare, og det beste er rett og slett å ta snitt for hvert mål man trenger, noe som er tidkrevende. Verktøyene som er tilgjengelige for måltaking i Cloudcompare er ikke laget for denne typen bruk forfatterne var ute etter. Det er derimot lett å ta ut mål i programmet Pix4Dcatch. Modellen laget i Pix4Dcatch er også rett skalert, i motsetning til modeller laget i Agisoft Metashape eller Regard3D. Disse modellene må skaleres manuelt i Cloudcompare før man kan ta ut presise mål.

Et annet minus som forfatterne opplevde, er at med mindre PC-en har minimum 32 GB RAM, er navigering rundt i 3D-modellen forbundet med mye hakking og frustrasjon. Det var umulig å navigere rundt i 3D-modellen med en bærbar PC som hadde 8 Gb RAM, noe som er ganske standard på bærbare PCer i salg når denne oppgaven skrives. Nye PCer med 32 Gb er forholdsvis dyr i innkjøp, noe som øker kostnadene for håndverkeren. At fotogrammetri er svært avhengig av kraftigere maskinvare, gjelder også når punktskyen skal generes. Et tidligere forsøk på å produsere en punktsky på en litt eldre bærbar PC måtte gis opp etter at PC-en hadde stått og jobbet kontinuerlig i over 380 timer. Man må også ta aspektet med lagringsplass inn i ligningen når man skal ramse opp ulemper med fotogrammetri. Det kan fort bli snakk om store datamengder, bare modellen av trappen var på over 5,5 Gb. Hvis da for eksempel hele Baroniet skulle blitt modellert i 3D, er det enorme datamengder som

må kunne lagres forsvarlig. Online lagring må man som regel betale for, noe som også øker total kostnadene.

Av andre ulemper må det påpekes at det er også en del teknisk man må sette seg inn i hvis man skal kunne ta i bruk fotogrammetriens fulle potensiale. Det er en bratt læringskurve og det er ikke sikkert at det føles like enkelt for alle. Det er ikke nok med kun ett program, det må altså flere programmer til for å kunne utnytte teknologien. Dette bidrar til å komplisere prosessen for praktisk bruk av fotogrammetri i en håndverksammenheng.

En stor ulempe med bruken av fotogrammetri, da sett fra et kulturminne perspektiv, er mangelen på å kunne dokumentere og studere verktøyspor. Dette er et svært viktig aspekt hvis målet er å skape en prosessuell autentisk rekonstruksjon. Det er også et problem at det kan oppstå såkalte blindsoner med bruken av fotogrammetri. Dette er da gjeldende der man ikke kommer til for å fotografere objektet skikkelig fra alle vinkler. For eksempel i sammenføyninger og der trappe vangen er nær en vegg eller lignende. Det må også nevnes at det må være tilstrekkelig med fri klaring rundt objektet for å kunne fotografere det riktig. En trapp som for eksempel er skjult bak en dør og vegger er ikke mulig å dokumentere med bruken av fotogrammetri alene.

Til slutt er det også et fremtidig problem med bruken av fotogrammetri. Filformater forandres og blir utdaterte, og til slutt ubrukelige etter hvert som teknologien utvikler seg når nye formater og programmer lanseres. For eksempel er et 20 år gammelt filformat fra årtusen skiftet svært vanskelig å åpne med dagens programmer og datamaskiner. Dette faktum vil nok også være gjeldene for dagens aktuelle formater om 20 år inn i fremtiden.

Ulemper oppsummert:

- Vanskelig å måle radiusen av en bue.
- Kan være tidkrevende og komplisert å hente ut aktuelle mål.
- Modellen må skaleres for å kunne brukes.
- Bruken av fotogrammetri trenger kraftige PCer for å fungere optimalt.
- Krever store mengder lagringsplass.
- Mye teknisk man må lære og sette seg inn. Kan være en bratt læringskurve.
- Kan ikke dokumentere verktøyspor.
- Trenger plass rundt objektet og tilstrekkelig belysning.
- Filformater kan bli utdaterte og dermed blir dokumentasjonen ubrukelig i fremtiden.

5.5. Sammenligning av dokumentasjons metodene

Under dokumentasjonsarbeidet med trappen ble det avdekket enkelte detaljer, som kan være vanskelige å fange opp hvis man kun skal basere seg på data samlet inn med bruken av 3D-modellen alene. Blant annet ble det avdekket at skjøten mellom vanger holdes kun sammen av trinnene og spiker gjennom vangen. Denne detaljen kunne man se ganske tydelig med den visuelle befaringen, men det var vanskelig å fange opp med bruken av 3D-modellen da blindsoner oppstår med fotograferingen og gjør dette usynlig. Det kan også nevnes detaljer, som at vangene har sklidd fra hverandre og har vridd seg ut av lodd, er vanskelige å kunne se i 3D-modellen, også dette har en viss sammenheng med blindsoner. Andre blindsoner inkluderer trappens treforbindelser, som da består av tappesammenføringer og trenagler. Disse kunne relativt lett måles manuelt, men er så å si umulig å måle med 3D-modellen.

Trinnes distansekurve som varierer fra trinn til trinn, er en ytterlig faktor som kan være problematisk å dokumentere med 3D-modellen. Fotogrammetrien kan dokumentere dette, men det krever at man tar ut snitt av hvert trinn og studerer og måler hvert eneste, noe som er svært tidkrevende. En visuell befaring på plassen avslører dette lettere. Det samme er gjeldene for nøyaktig og presis måling av profilen til stusstrinn og andre profilerte detaljer. Man har også det faktum at måling av profilens radius er svært vanskelig. Her er tradisjonell dokumentasjon med bruk av profilkam mye bedre og raskere enn den digitale oppmålingen. Trappens varierende opptrinn og inntrinns mål følger det samme mønster, da en manuell oppmåling av dette går raskere enn måling direkte ut fra modellen, da man igjen er avhengig av å ta snitt ut av hvert trinn i 3D-modellen.

Det som oppfattes som mest problematisk med bruken av fotogrammetri, omhandler muligheten til å fange opp viktige detaljer som synlige verktøyspor. Det dreier seg da om å kunne se tydelige verktøy spor for å kartlegge verktøy bruken. Fotogrammetrien kommer da helt til kort når dette skal avgjøres og kan ikke sammenlignes med den manuelle dokumentasjonen her, hvor man med enkel bruk av slepelys kan se verktøy spor helt tydelig.

Den manuelle oppmålingen gir håndverkeren tilgang til kun det som er dokumentert og nedtegnet. Dette kan være problematisk for utenforstående som ikke har deltatt i dokumentasjons prosessen av objektet. Det er da langt ifra sikkert at den manuelle dokumentasjonen er tilstrekkelig for håndverkeren til å produsere noe ut fra tilgjengelige tegninger. 3D-modellen derimot har en stor fordel her, da den visualiserer og fanger opp hele objektet som man kan studere i alle plan. 3D modellen visualiserer og formidler dermed objektet virtuelt på en slik måte at innholdet kan tolkes

og gjenskapes av en håndverker som har kunnskapen om bruk av fotogrammetri. Det er også et stort minus med manuelle tegninger som er i en annen målestokk enn 1:1, at disse fort kan bli gjenstand for feilmålinger og feiltolkninger. En tegning i 1:200 som ikke er målsatt kan gi alvorlige målefeil og resultere i store avvik når objektet skal gjenskapes. Her er 3D-modellen milevis foran manuelle oppmålingstegninger, da denne med rett skalering alltid er 100% presis og gir håndverkeren muligheten til mere presis tolkning.

5.6. Konklusjon

Har rimelige digitale hjelpemidler da en nytteverdi for håndverkeren, og kan han bidra i en dokumentasjons prosess? Forfatterne konkluderer at bruken av fotogrammetri kan fint benyttes som et supplement til langt dyrere alternativer, som laserscaning, tachymetri eller lignende når et objekt skal dokumenteres. I løpet av relativt kort tid kan håndverkeren med en mobiltelefon eller annet kamera ta bilder av objektet. Deretter kan håndverkeren lage en punktsky og 3D modell med-Open Source programvare. Den ferdige 3D modellen kan så overleveres til den som trenger dokumentasjonen eller brukes av håndverkeren selv.

Dette gjør at forfatterne tror at håndverkeren kan bidra og supplere dokumentasjonsarbeid på en rekke innredningsdetaljer som trapper, dører, vinduer, møbler, takkonstruksjoner og mer. Den digitale oppmålingen er ikke helt uten problemer som allerede er påpekt, men kan med tid, noe innsats og litt egenvilje fint kunne læres og fullt ut brukes i arbeidet med dokumentasjon av kulturminner. Informasjonen fra den digitale 3D-modellen bekrefter mange av målene funnet med manuell oppmåling og befaring, men er noe mangelfull i enkelte situasjoner i arbeidet med å kunne gjenskape en fullverdig kopi. Det er da først og fremst problemet med måleverktøyene i Cloudcompare, som er ganske tungvint i bruk. Blant annet er måling av en bues radius umulig. Blindsoner kan også delvis være problematiske i denne sammenhengen. Mangel på synlige verktøyspor er enda et aspekt som vanskeliggjør en prosessuell autentisk fremgangsmåte med kopiskapning, sett fra kulturminnevernets øyne. Men ser man forbi disse hindringene er de fritt tilgjengelige digitale hjelpemidlene et nyttig verktøy i arbeidet med å kunne dokumentere et objekt grundig nok, til at man kan skape en kopi eller deler av kopien ut fra den digitale informasjonen alene.

Det er ikke med forfatternes erfaring grunnlag for å konkludere med at digitale hjelpemidler fullt ut kan erstatte all manuell oppmåling og dokumentasjon. Men fundamentet til dette er lagt, og med

fremtidig teknologisk utvikling skal man ikke utelukke at dokumentasjon med penn og papir vil være et svært lite reelt alternativ i forhold til bruken av digitale hjelpemidler.

Problemstillingen som ble spurt i denne oppgaven kan nå svares på. Forfatterne konkluderer at rimelige og fritt tilgjengelige digitale verktøy, kan gi mye av dokumentasjons grunnlaget som er nødvendig til et rekonstruksjonsarbeid, når verktøyene brukes på rett måte. Det var som allerede nevnt, ikke mulig med de digitale verktøy å dokumentere absolutt alle aspekter med trappen. Hvis målet da er å oppnå et prosessuelt autentisk sluttresultat, faller verktøyene forfatterne brukte dessverre til kort. Men det må poengteres at mye av detaljene med trappen kunne faktisk ha blitt gjenskapt med bruken av fotogrammetri alene, hvis den manuelle oppmålingen hadde vært fraværende. De digitale hjelpemidlene må sies å være ressursfulle redskaper for en håndverkers dokumentasjonsarbeid. I prosessen med å gjenskape trappen fra Baroniet har verktøyene bevist sin nytteverdi for forfatterne. Med relativt rimelig utstyr og fritt tilgjengelige gratis programmer har det vært mulig å hente ut informasjon fra 3D- modellen for å gjenskape viktige detaljer av trappen. Detaljer som med manuell oppmåling er både tidkrevende og vanskelig å dokumentere nøyaktig.

Resultatet av denne oppgavens målsetning er tydeliggjort i form av en trappemodell i full størrelse og det ferdige resultatet burde gjenspeile mer enn hva forfatterne greier å gjengi i tekst form. Det er mange aspekter i oppgaven som kunne vært belyst dypere, men dette hadde sprengt oppgavens omfang. Oppgaven prøvde å belyse to fagfelt som er verdt å forske videre på i fremtiden.

For det første skalalogi. Trappeforskning er foreløpig et lite utbredt fagfelt i Norge. Det er mange trapper med arkitektonisk, byggeteknisk og kulturhistorisk verdi som venter på å bli oppdaget og dokumentert i vårt vidstrakte land. Også kunnskapen om tradisjonell trappesnekring kan forsvinne, som følge av den teknologiske utviklingen. Blant annet er kunnskapen om skråprojeksjon i ferd med å dø ut. Her har studier som «tradisjonelt bygghåndverk» et viktig ansvar for å bevare og videreføre kunnskapen fra fortiden til fremtidens håndverkere.

For det andre ville oppgaven vise hvordan tradisjonshåndverker kan ta i bruk moderne hjelpemidler i sitt arbeid. Digitale oppmålingsmetoder er uten tvil verdt for en utøvende håndverker å sette seg inn i, og utøve i praksis. Etter hvert som fremtiden åpner opp for enda enklere, kraftigere og mer presise digitale verktøy, vil det for en håndverker, bety tilgang på enkel og presis dokumentasjon. Fremtidens muligheter er endeløse og i en verden i konstant forandring er det viktig at også tradisjonshåndverkeren holder seg oppdatert. Dette for å utvikle faget og for å ikke bli stilt på sidelinje av andre fagfelt i kulturminnevernet. Sammen kan vi da bidra til at kulturminner bevares til fremtidens generasjoner.

6. Kilder

- Bore, Ove Magnus & Schelderup, Helge. (2009). *Ledaal, en historisk gjennomgang og restaureringsarbeider 1997-2001*. Stavanger Museum.
- Bratschi, Tina & König, Eginhard. (2012). Treppen im Barockschloss. I *Die Treppe Leiter der Sinne*.
- Christensen, Arne Lie. (1995). *Den norske byggeskikken*. Pax Forlag A/S.
- Diehl, Wolfgang. (2015). http://treppenforschung.de/stile_1/renaissance/.
- Grantz, M. (1929). *Die Treppe des norddeutschen Bürgerhauses*. Guido Hackebeil A.G.
- Grossmann, G. Ulrich. (2010). *Einführung in die historische und kunsthistorische Bauforschung*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft (WBG).
- Hvinden-Haug, Lars Jacob. (2021). Steinhus på steingrunn: Rosendal og Nes-slekten Bildts byggevirksomhet på norske herregårder på 1600-tallet. I *Fortidsminneforeningen Årbok 2021*. Fortidsminneforeningen.
- ICOMOS. (1964). *International charter for the conservation and restoration of monuments and sites*
- (THE VENICE CHARTER 1964) [Grant]. Internatioal.
- ICOMOS. (1994). *The Nara document on authenticity*.
- Leopold, Cornelië. (2019). Geometric Aspects of Scalology. *Journal for Geometry and Graphics*
- Volume 23, No. 2, S. 221-233.
- Meld.St.16. (2019-2020). *Stortingsmelding 16*. K.-o. miljødepartement.
- Mielke, Friedrich. (1966). *Die Geschichte der deutschen Treppen*. Wilhelm Ernst & Sohn Verlag.
- Mielke, Friedrich. (1986). *Scalologia Band II*. Franz-Sales-Verlag
- Mielke, Friedrich. (2003). *Handläufe und Geländer*. Verlag Ernst Vögel.
- Mielke, Friedrich. (2008). *Treppen in Nürnberg*. Knotenpunkt Verlag.
- Norsk-trevare. (2017). *Trappemanualen 3. utgave Nov.2017 pdf*.
- Opedal, Halldor O. (1982). *Gamle handverk i Hardanger*. HardangerFolkeminnelag.
- Seip, Elisabeth. (2008). Læreboken: vår nest beste kilde. I *Årbok 2008*. Fortidsminneforeningen.
- Sintef-Byggforsk. (2020). Utforming av trapper - 324.301.

Unnerbäck, Axel; Lierud, Per. (2002). *Kulturhistorisk värdering av bebyggelse*.

Riksantikvarieämbetet.

Viestad, K.M. (2016). *Innføring i konstruksjons- og projeksjonstegning* (Bd. 2).

Vitruv. (2019). *Vitruv Zehn Bücher über Architektur* (F. Reber, Red.). Anaconda Verlag GmbH.

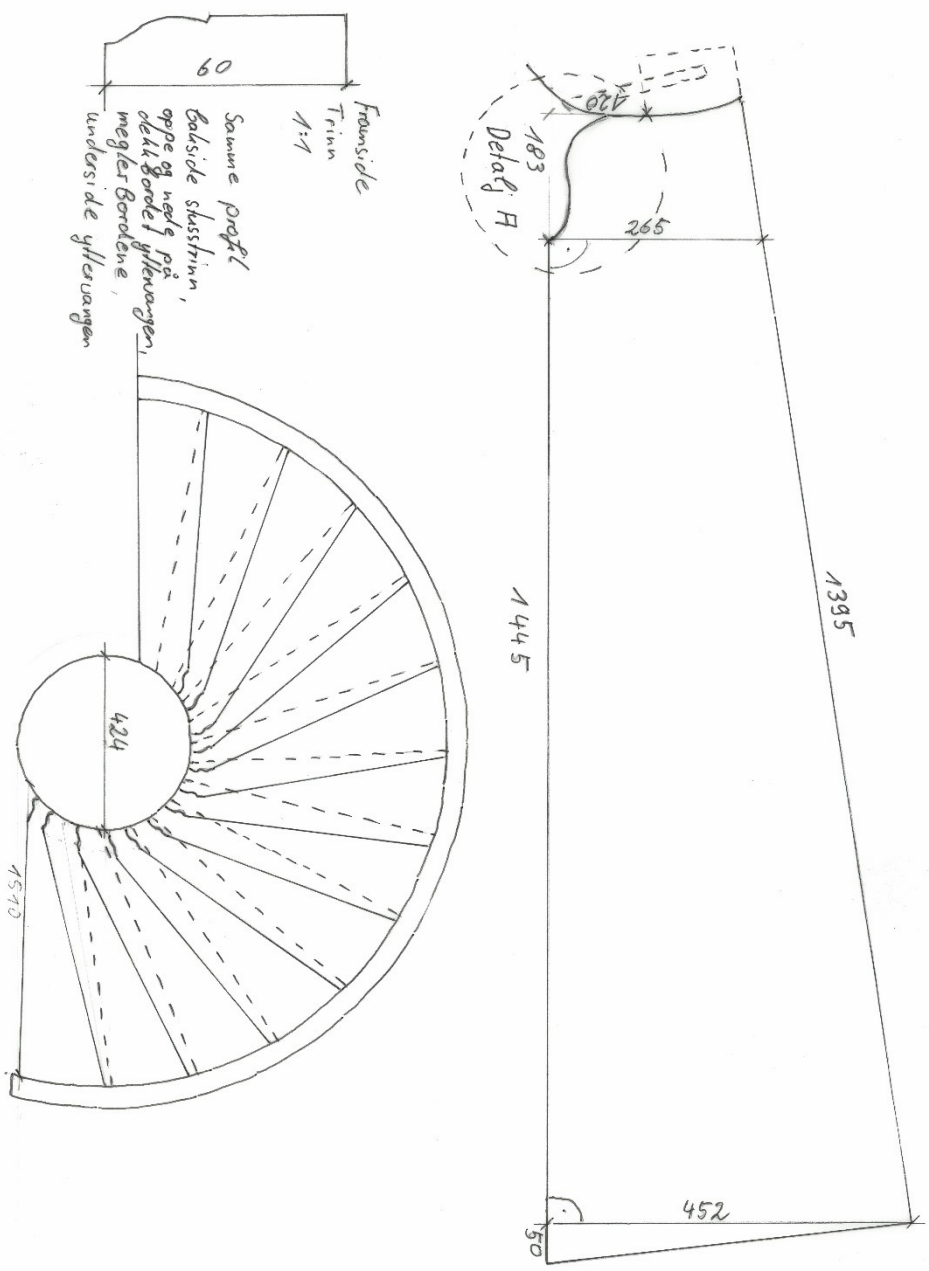
(Opprinnelig utgitt Des Vitruvius Zehn Bücher über Architektur 1865)

Wolf, Gustav. (1911). *Wolf's praktische Ausführung der Treppen*. Wolfs Verlag.

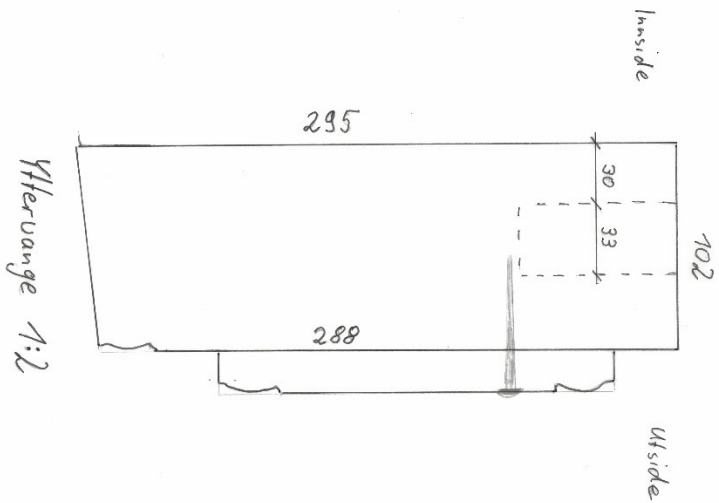
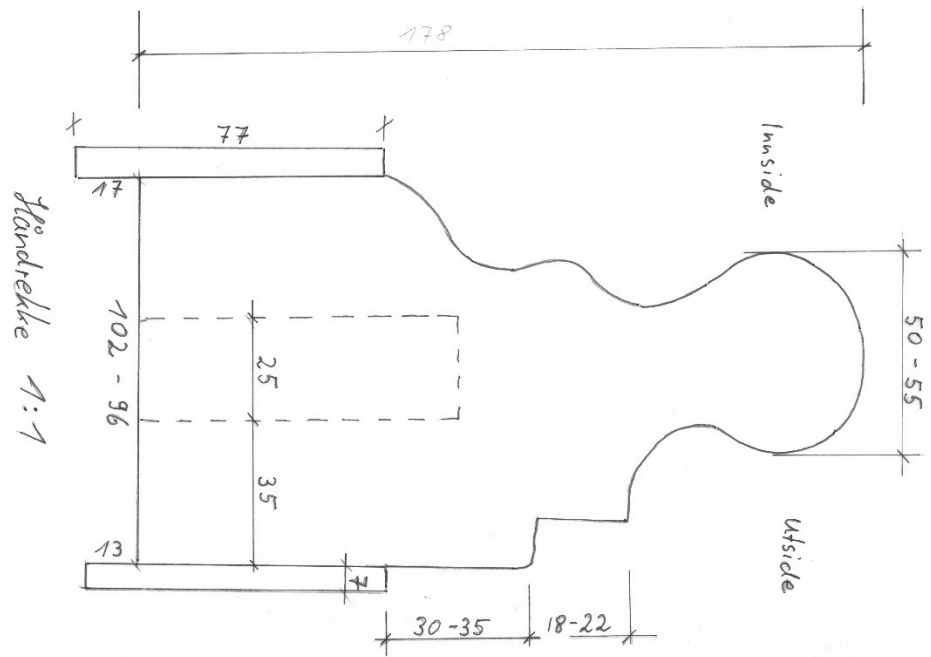
Alle bilder, unntatt bilde 3, 16, 17, 18 og 28, er tatt av forfatterne. På de bildene som ikke er fra forfatterne, er kildeopplysningen ført opp under det respektive bildet.

7. Vedlegg

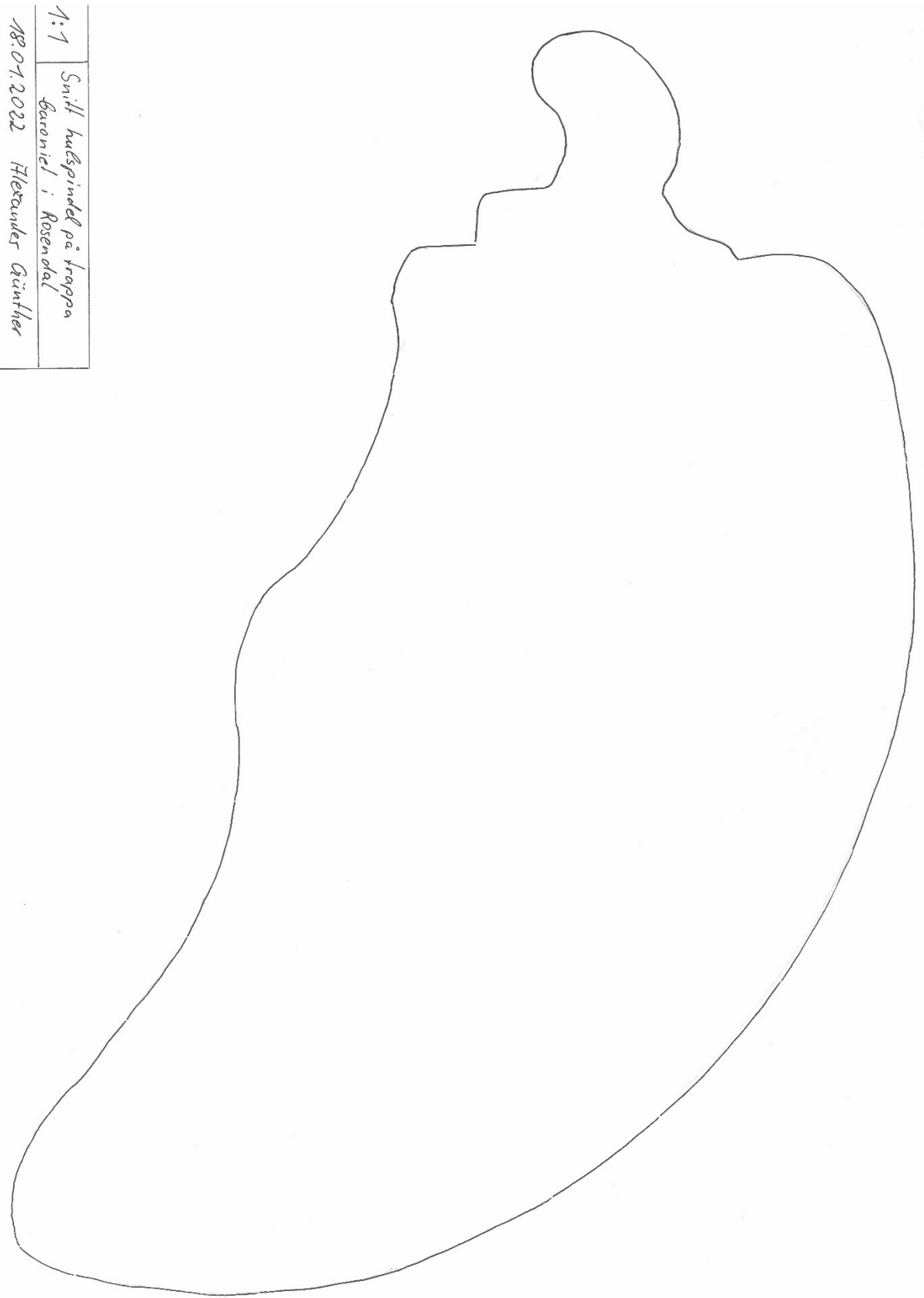
- 4 tegninger fra den manuelle oppmåling.
- Skalert 3D-modell laget med Agisoft Metashape.
- 3D-modell laget med Regard3D.



1:200	Vindeltropp baroniet Rørendal
	Alexander Günther
	Paal I. G. Nilsen
18.01.2022	



Vindelbygg Baroniel Rosenald.
 Detalj håndrekte og yttervange
 Alexander Günther
 19.01.2022



1:1	Snitt hudspindel på trappa Baroniel i Rosenadal
18.01.2022	Alexander Günther

Ganglinje eller sikhjesspor

